

Barnet

Angewandte Botanik

Zeitschrift
der Vereinigung für angewandte Botanik

QK
1
A456

herausgegeben im Auftrage des Vorstandes vom 1. Schriftführer

Dr. K. Snell

Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin - Dahlem

Neunzehnter Band
(1937)

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Koester. Ufer 17
1937

Alle Rechte,
insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

Inhaltsverzeichnis

I. Originalarbeiten:	Seite
Barbaeki, S. und andere. Systematik der polnischen Weizensorten	573
Bärner, J. „Intrazelluläre Stäbe“ bei viruskranken Solanaceen und Cucurbitaceen	553
Bavendamm, W. Aus der Praxis der mykologischen Holzschutzmittelprüfung. 2. Mitteilung. Arsenhaltige Mittel	18
Bavendamm, W. Vierjahresplan und Holzschutz	1
Bredemann, G. und Radeloff, H. Über Fluorrauchschäden	172
Braun, H. Gibt es eine sorteneigentümliche Auflaufgeschwindigkeit bei Kartoffeln?	205
Crüger, O. Hausschwamm-Untersuchungen für die Praxis	541
Fischnich, O. Wirkstoffe und Wurzelbildung	522
Gaßner, G. und Straib, W. Untersuchungen über den Einfluß der Mineralsalzernährung auf die Anthocyanbildung an jungen Gerstpflanzen	225
Gäumann, E. Zur Kenntnis der <i>Luzula</i> -bewohnenden Puccinien	290
Koenig, P. Über Tabakkrankheiten und -schädlinge	530
Köhler, E. Versuche über Pfropfung und Akronekrose bei Kartoffeln	158
Kolkwitz, R. Zur Biologie des Bodens und Schlammes	222
Kordes, H. Bedeutung der Wuchsstoffe für die vegetative Vermehrung der Rebe, insbesondere für die Rebveredelung	543
Kotte, W. Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Phytopathologie in Südwestdeutschland	567
Kotthoff, P. <i>Verticillium coccorum</i> (Petsch) Westerdijk als Parasit auf <i>Puccinia Chrysanthemi</i> Roze	127
Küthe, K. Neuere Ergebnisse der <i>Fusikladium</i> -Forschung	561
Lindenbein, W. Anatomische Beiträge zur Kenntnis der Degeneration und der Nekrose bei Kulturpflanzen in ihrer Bedeutung für die Landwirtschaft	313
Müller, H. Untersuchungen über den Transpirationsanstieg bei welkenden Blättern von <i>Coleus</i>	368
Müller, K. Ein Vierteljahrhundert Bekämpfung der Reben- <i>Peronospora</i>	110
Müller, K. O. Zur Kenntnis der <i>Orobanche crenata</i> Forsk	181
Rabanus, A. Beitrag zur laboratoriumsmäßigen Prüfung von Holzschutzmitteln	579
Röder, K. Perithezien von <i>Erysiphe cichoracearum</i> D.C. em. Salm an Freilandgurken	161
Rosenbaum, H. Untersuchungen zur Frage der Entwicklungsbeschleunigung bei Sojabohnen	441
Rost, H. Die Pasmokrankheit des Leins in Europa	163
Rudorf, W., Stelzner, G. und Hartisch, J. Untersuchungen zur Methodik einer Keimstimmung bei Wärme	491
Scheibe, A. Das Fritfliegenproblem bei Hafer auf wachstumsphysiologischer Grundlage	260
Schindler, H. Untersuchungen über eine an <i>Cereus grandiflorus</i> Mill. beobachtete Gewebenekrose	505

	Seite
Schlumberger, O. Über Fritfliegen- und Drahtwurmschäden beim Mais	153
Stapp, C. Weitere Beiträge zur Frage der Widerstandsfähigkeit verschiedener Kartoffelsorten gegen Schwarzbeinigkeit und Knollen-Naßfäule	141
Voss, J. Zur Unterscheidung von <i>Triticum durum</i> und <i>Triticum vulgare</i> an Körnern und Keimpflanzen	246
Werth, E. Abstammung und Heimat des Rettichs	194
Werth, E. Zur Geographie und Geschichte der Hirsen. (Zur Geographie und Geschichte der Kulturpflanzen und Haustiere. XIII)	42
Westerdijk, J. Die Notwendigkeit der Anfälligkeits-Prüfungen unserer Laub- und Nadelhölzer	119
Wollenweber, H. W. Der schwarze Rindenbrand der Quitte . .	131
II. Aufsätze:	
Quanjer, H. M. Eine pflanzenhygienische Luftreise	101
Riehm, E. Das Pflanzenschutzgesetz	97
Snell, K. Die Registrierung der Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen.	107
III. Besprechungen aus der Literatur:	
Appel 545, Bavendamm 429, Becker-Dillingen 546, Braun 309, 509, Brouwer 546, v. Bülow 586, Colla 546, Dacqué 548, Der Deutsche Wald 94, Deutscher Garten 549, Dürken 430, Eckstein, Bruno und Turrentine 587, Festschrift zum 80. Geburtstag von H. Molisch 430, Feucht 431, Foerster 432, Fortschritte der landwirtschaftlich-chemischen Forschung 433, Fritzsche 550, v. Gaisberg und Mayer 587, Geuder 551, Günther 431, Heine, C. 549, Heine, E. 549, Herrlich 588, Holz als Roh- und Werkstoff 588, Hueck 434, Karsten u. Weber 435, Kirchheimer 588, Klapp 589, Koernicke 409, Krusche 436, Kronberg 550, Küster 589, Limbach-Boshart 510, Maaß-Lübeck 551, Martini 436, Marzell 590, Melin 437, Möbius 591, Molisch 592, Moritz 310, Muth-Birk 94, Peters 510, Poenicke 550, Russel 593, Scheffer 511, Schlenker 593, Schmucker 594, Sieg 437, Sorauer 310, Steffen II 95, Taschenbuch der in Deutschland geschützten Pflanzen 551, The plant diseases of Great Britain 511, Troll 438, Ulbrich 594, Urbach und Berger 595, Wald und Holz 439, Werden und Wachsen 1938 595	
IV. Kleine Mitteilungen:	
Über Beischlüsse von Unkrautsamen in Proben von Rotkleesamen lettländischer Herkunft	89
Geheimrat Appel zum 70. Geburtstag	427
Wachsende Kiefernstümpfe	429
Wechsel in der Leitung des Staatlichen Weinbauinstitutes in Freiburg i. Br.	545
Neuer Vorsitzender	509
V. Personalmeldungen:	
Appel 552, Ludwig 596, Opitz 596, Sattler 552, Scheibe 96, Voss 596, Weisse 312, Ziegler 312.	
VI. Tagungsbericht der Vereinigung für angewandte Botanik 1937	513
VII. Einladung zur Teilnahme an der Tagung 1937 der Vereinigung für angewandte Botanik	312
VIII. Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik	96, 311, 440, 512 u. 596
XI. Adressenänderungen	96, 312, 440, 512, 552 u. 596
X. Sachregister	597

Vierjahresplan und Holzschutz¹⁾.

Von

Professor **Dr. W. Bavendamm.**

(Aus dem Forstbotanischen Institut Tharandt.)

Es ist eine bekannte Tatsache, daß Deutschland auf dem Gebiete der Holzversorgung leider nicht Selbstversorger, sondern in erheblichem Maße auf Einfuhr angewiesen ist²⁾. So waren wir im Hochkonjunkturjahr 1927/28 genötigt, etwa 37,5 % des gesamten Holzbedarfes aus dem Ausland zu beziehen³⁾. Wenn dann auch Jahre des Rückganges kamen, so ist doch nach der Machtübernahme (1933) als Zeichen des inneren wirtschaftlichen Aufstiegs wieder ein starkes Anschwellen der Mehreinfuhr von Holz zu verzeichnen, und nach den Angaben von Oberlandforstmeister Eberts vom Reichsforstamt ist es tatsächlich so, daß wir zurzeit nur 60—70 % des Nutzholzbedarfes aus eigener Erzeugung zu decken vermögen, was eine jährliche Einfuhr von 10—12 Millionen fm bedeutet. Um eine weitere Zahl zu nennen, mußten 1934 für die Mehreinfuhr von Nutzholz rund 200 Millionen RM. (d. s. 100 %

¹⁾ Nach einem am 12. Januar 1937 im Tharandter Kolloquium gehaltenen Vortrag.

²⁾ Die modernste Übersicht über die notwendigen Zahlen findet man in dem Sonderheft „Deutschland“ der Zeitschr. f. Weltforstwirtschaft (August/September 1936 = Bd. 3, Heft 11/12), in dem sich fast alle maßgebenden Persönlichkeiten der deutschen Forstwirtschaft und Forstwissenschaft zu diesen aktuellen Fragen grundlegend geäußert haben. Vergl. auch die etwas später (Dezember 1936) erschienene Dissertation „Der Holzschutz und seine Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft“ von Günther (aus der Techn. Hochschule Berlin), der sich bemüht hat, ähnliches Material zusammenzubringen, aber manches Überflüssige und sogar nicht ganz Richtige anführt und das Ganze stellenweise auch nicht recht organisch anzuordnen versteht. Immerhin muß anerkannt werden, daß er noch verschiedene Einzelheiten zusammengetragen hat, einige Zeichnungen und Berechnungen bringt und dergl. Auf beide Quellen greife ich im Text mehrfach zurück.

³⁾ Wochenbericht des Instituts für Konjunkturforschung 1935, 7, Heft 10, S. 47.

© 2000 Blackwell Science Ltd
Journal of Internal Medicine 247: 111–117

evtl. auch nicht ganz gesunder Sortimente in der Papierindustrie, die bessere (z. B. chemische) Verwertung der Holzabfälle, die Wiederverwertung von Altpapier und vieles andere mehr¹⁾. Eine Verschwendung von Holz können wir uns jetzt nicht leisten, und es gilt, auch hier dem Grundsatz „Gemeinnutz geht vor Eigennutz“ Geltung zu verschaffen.

Zur sparsamen Bewirtschaftung des Rohstoffes Holz gehört last not least die Erhöhung der Lebensdauer des Holzes durch Schutz gegen pflanzliche und tierische Zerstörer sowie gegen Brandgefahr, die ebenfalls eine sehr gute, aber noch lange nicht genügend ausgeschöpfte, ja vielfach gar nicht berücksichtigte Möglichkeit bietet, unsere Mehreinfuhr von Holz zu verringern und Devisen für andere, wichtigere Dinge frei zu bekommen. Wie der Titel meiner Arbeit andeutet, sollen über diese Dinge nähere Ausführungen gemacht werden. Anschließend werden eigene Versuche für sich sprechen (s. 2. Mitteilung).

Wir begeben uns damit auf ein Forschungsgebiet, das an den deutschen Hochschulen oder Forschungsanstalten (soweit es wenigstens den besonders wichtigen Schutz gegen pflanzliche Zerstörer, d. h. Pilze, betrifft) bisher nur an sehr wenigen Stellen gepflegt wird, und auf dem wir von anderen Ländern (z. B. von Amerika oder England) überflügelt zu werden drohen bzw. bereits überflügelt sind. Es wundert uns das allerdings nicht so sehr, da es sich bei den hier notwendigen Arbeiten vielfach um mikrobiologische handelt, die nur von Spezialisten ausgeführt werden können, und nun einmal bekannterweise die Mikrobiologie in Deutschland hauptsächlich wegen falscher Stellen- bzw. Besetzungspolitik dazu bestimmt zu sein scheint, immer weiter zurückzugehen. Trotz ungemein praktischer Bedeutung, und trotzdem es sich um ein Gebiet handelt, auf dem eine ungeheure Literatur beherrscht werden muß²⁾, ein Gebiet, bei dem weiter zahlreiche Kenntnisse der Nachbarwissenschaften, langjährige Erfahrungen usw. notwendig sind, ist aber die Behandlung dieses Sondergebietes nicht überall gleich und es fehlt an manchen Stellen an den nötigen Mitteln, die langwierigen und um-

¹⁾ Vgl. auch von Monroy, „Der Wald als Rohstoffquelle“ in der Zeitschr. „Der Vierjahresplan“ 1937, 1, 9—11.

²⁾ Vgl. Bavendamm, W., Erkennen, Nachweis und Kultur der holzverfärbenden und holzersetzenden Pilze. Abderhaldens Handb. d. biol. Arbeitsm. 1936, Abt. XII, Teil 2, S. 927—1134 (Lief. 457). Enthält allein etwa 500 genau angegebene Literaturnachweise!

fangreichen Versuche in dem wünschenswert großen Ausmaß auszuführen.

Der Schutz des stehenden Baumes soll nun hier nicht eingehender behandelt werden, obwohl auf diesem Gebiet ebenfalls noch sehr viel zu tun ist. Wichtige und grundlegende mikrobiologische Arbeit muß hier geleistet werden, und der Forschung ist noch weitester Spielraum gegeben. Aber es handelt sich doch wieder um Arbeiten auf längere Sicht, und es beteiligen sich an der Lösung dieser Probleme noch viele andere, besonders forstliche Wissenschaftszweige. Es gehören dahin z. B. der Forstschutz oder waldbauliche und bestandspflegerische Maßnahmen (richtige Ästung, Vermeidung von Schnee- und Eisbruch, Kampf gegen Schälsschäden, geeignete Rassen usw.), die Baumphysiologie, die Zoologie bzw. Entomologie, die Chemie usw. Es ist von der Landwirtschaft her bekannt, daß z. B. Verluste durch Pflanzenkrankheiten jährlich in die Milliarden gehen. In der Forstwirtschaft ist es nicht viel anders, und Einsatz von Menschen und Mitteln auf diesem Gebiet lohnen sich bestimmt.

Greifbarer und schneller praktische Ergebnisse bringend ist der Schutz des geschlagenen bzw. verarbeiteten Holzes. Er wird daher im Zeichen des Vierjahresplanes im Vordergrund des Interesses stehen. Dabei sei hier die natürliche Schutzbehandlung des Holzes durch gute Lagerung u. dgl. vernachlässigt und nur auf den wichtigeren **chemischen Holzschutz** mit besonderer Betonung des Schutzes gegen pflanzliche Zerstörer eingegangen. Trotz vieler Arbeiten auf diesem Gebiet und trotz des Vorhandenseins wohl ausgedachter und bewährter Methoden und Apparate, bestehen doch noch manche Lücken in unserem Wissen und Können, und gerade auch an die Holzimprägniermittel-Industrie wird der Vierjahresplan ganz bestimmte, später noch zu erläuternde Anforderungen stellen. Zwar ist der wirtschaftliche Wert der Holzimprägnierung schon von manchen holzverbrauchenden Industrien und Gewerben seit längerer Zeit erkannt, aber es gehen doch noch immer jährlich sehr große Mengen von Nutzholz durch Zerstörung der deutschen Volkswirtschaft verloren, die durch geeignete Maßnahmen erhalten bleiben könnten.

Um einen klaren Einblick in die vorliegenden Verhältnisse und Möglichkeiten zu gewinnen, seien zunächst zwei Aufstellungen über die einzelnen Verwendungsweisen des Holzes und damit den ungefähren Holzverbrauch Deutschlands gegeben:

1. Nach Heske¹⁾.

Verwendungsweise	Minimum		Maximum	
Brennholz	23	Mill. fm	28	Mill. fm
Bauholz	18	" "	22	" "
Grubenholz	4,7	" "	5,6	" "
Zelluloseholz } Papierholz	4,9	7,1 " "	6,0	8,6 " "
Schleifholz	2,2		2,6	
Schwellen	0,8	0,9 " "	1,2	1,3 " "
Maste	0,1		0,1	
Andere Hölzer	1,5	" "	2,0	" "
Insgesamt:	55,2	Mill. fm	67,5	Mill. fm

2. Nach Kinnebrock²⁾ beträgt der augenblickliche jährliche Nutzholzbedarf (also ohne Brennholz) rund 40 Millionen fm. Diese 40 Millionen verteilen sich auf die einzelnen Industriezweige wie folgt:

Bauholz	20,0 Mill. fm	50 %
Papierholz	7,2 " "	18 %
Grubenholz	6,0 " "	15 %
Möbelholz	5,6 " "	14 %
Schwellen und Maste	1,2 " "	3 %
Insgesamt:	40,0 Mill. fm	100 %

Nach diesen Aufstellungen steht mit etwa 20 Millionen fm **das Baugewerbe** an erster Stelle. Hierher rechnen wir zunächst den Hochbau (also Hausbau, Bau von Schuppen, von Kühltürmen, Funktürmen, Sprungschanzen und dergl.), ferner den Tief-, Brücken-, Wasser- und Straßenbau, den Schiff- und Fahrzeugbau und schließlich Bauten für die Landwirtschaft (z. B. Silos) und den Gartenbau (Gewächshäuser, Frühbeete, Pflanzenkübel, Bänke usw.). Es besteht kein Zweifel und kann von mir aus eigener Erfahrung als Gutachter bei Holzschäden bestätigt werden, daß die Holzverluste auf diesen Gebieten heute noch außerordentlich groß sind und wesentlich eingeschränkt werden können. Vor allem ist natürlich das Holz gefährdet, das im Freien verbaut wird, also den Witterungs-

¹⁾ Heske, Fr., Die Forstwirtschaft Deutschlands. Ein Überblick. Im oben erwähnten Sonderheft „Deutschland“, S. 678—707.

²⁾ Kinnebrock, F., Die Rohstoffgrundlagen der Zellstoff- und Papierindustrie. Der deutsche Volkswirt 1934, Nr. 43. Vgl. auch von Monroy a. a. O.

einflüssen (besonders der Feuchtigkeit) ausgesetzt ist bzw. überhaupt dauernd mit Wasser in Berührung steht. Aber auch in den Häusern (man denke besonders an Siedlungen mit vielfach nicht unterkellerten Räumen u. dergl.) ist noch immer die Zerstörung des Holzes durch holzzersetzende Pilze (und z. T. auch durch Insekten) sehr groß, wie der tägliche Augenschein und die Hausschwamm-, Trockenfäule- und Anobien-Prozesse beweisen. Ja, man kann sogar ohne Übertreibung sagen, daß sich bei dem leider gesteigerten Bautempo, der üblich oder notwendig gewordenen Verwendung nicht genügend abgetrockneten Holzes und dergl. die Holzschädlinge in steigendem Maße unliebsam bemerkbar machen¹⁾. Insbesondere hat zurzeit die Holzbockgefahr die Gemüter in lebhafte Bewegung versetzt. An vielen anderen Stellen haben wir dasselbe Bild. Es sieht fast so aus, als ob man manchmal glaubt, die Holzschäden als notwendiges Übel erdulden zu müssen, wenn man sich überhaupt Gedanken über diese Dinge und ihre evtl. Änderung macht²⁾.

Zwar werden in besonders gefährdeten Bauindustrie- und Gewerbebezügen schon seit längerer Zeit Holzschutzmittel verwendet, und man geht auch in steigendem Maße dazu über, z. B. Kühl- und Funktürme, Silos usw. aus imprägniertem Holz zu erbauen, aber es geschieht auf diesem Gebiet noch nicht genug und ganze andere Betriebszweige haben noch keineswegs den Wert der Holzschutzmittel erkannt, so daß hier noch sehr viel nachzuholen ist. Da das Holz so viel gute und besondere Eigenschaften besitzt, daß es nicht richtig und zweckmäßig wäre, es durch andere Baustoffe zu ersetzen, muß es eben in viel stärkerem Maße als bisher durch Holzimprägnierungsmittel, evtl. verbunden mit Brandschutzmitteln, unangreifbar gemacht werden. Ständige Aufklärung und vielleicht auch einmal gesetzlicher Zwang sind hier notwendig. Gewisse Ansätze, z. B. in der Schadenverhütungsaktion und im Kampfe gegen den Verderb sind schon vorhanden. Es bestehen auch wichtige Beziehungen zur Frage des Luftschutzes. Die Preisfrage sollte dabei keine so große Rolle

¹⁾ Über die Biologie der holzzersetzenden Pilze unterrichtet am besten die neu erschienene Monographie von Bavendamm. Genaue Lit.-Angabe s. S. 4.

²⁾ Z. B. muß bei der Herstellung der modernen holzhaltigen Leichtbauplatten (Holzwolle-, Holzfasern-, Pappe- und Hartplatten) natürlich auch an die Angreifbarkeit durch Holzzerstörer gedacht werden. Es ist mir nur bekannt, daß man mit den Holzwolleplatten mykologische Versuche angestellt hat. Hier ist offenbar ein Schutz gegen holzzerstörende Pilze durch die alkalische Beschaffenheit der Platten erreicht. Vgl. auch die mykologische Arbeit über die Unbrauchbarkeit der Bitumendachpappe von Liese in „Der Bautenschutz“ 1935, Heft 12.

spielen, wie es augenblicklich der Fall ist. Wenn man die kurze Lebensdauer nichtgeschützten Holzes und im Hausbau z. B. die Reparaturkosten sowie die evtl. Prozeßkosten oder die Verkaufsschwierigkeiten von schwammverdächtigen Häusern berücksichtigt, machen sich die zahlreichen im Handel befindlichen brauchbaren Präparate zweifellos bezahlt. Der Gesichtspunkt der Erhaltung von Werten müßte außerdem jetzt besonders im Vordergrund stehen. Dabei kann weniger daran gedacht werden, daß sich der Einzelne in erheblichem Maße am Imprägnieren des Holzes beteiligt, sondern es müssen größere, über Deutschland zweckmäßig verteilte Imprägnieranstalten laufend imprägniertes Holz zu liefern in der Lage sein, wenn man nicht in Zukunft, was eine ideale Lösung wäre, einfach im Walde osmotiertes, d. h. nach dem Osmoseverfahren imprägniertes Holz beziehen wird.

Es ist selbstverständlich und bekannt, daß bei der Auswahl der zur Verfügung stehenden Mittel gewisse Rücksichten auf den Verwendungszweck genommen müssen. So kommen für bewohnte Räume natürlich keine giftigen Präparate (z. B. arsenhaltige) in Frage, sie dürfen nicht stark riechen (wie Teeröl u. dgl.), sie sollen auch nach der Imprägnierung einen Farb- und Lackanstrich ermöglichen, sie sollen neutral und nicht ätzend sein und dgl. Hier ist ein Hauptgebiet der wasserlöslichen Imprägniersalze bzw. Salzgemische, sei es für nicht der Auslaugung unterworfenen Stellen z. B. das altbewährte und wirksame Fluornatrium oder eins der von den verschiedenen Firmen auf den Markt gebrachten Salzgemische (z. B. Basilit, Triolith, Thanalith, Akrolith, Fluralsil), über deren Wert weiter unten noch gesprochen werden soll¹⁾. Im Wasser- und Schiffsbau, bei der Herstellung von Kühltürmen und dergl. wird man wohl kaum ohne das altbewährte nicht nur stark die Schädlinge, sondern auch das Wasser abweisende Teeröl auskommen können.

An zweiter Stelle im Holzverbrauch steht **die Papierindustrie**, die bekanntlich den sog. Holzzellstoff verarbeitet. Auch hier können holzverfärbende Pilze und daneben Schimmelpilze in recht erheblichen Mengen auftreten und durch Zerstörung des Zellstoffs bzw. der Zellulose schädlich wirken. Diese Schäden werden in anderen

¹⁾ Vgl. das Flugblatt Nr. 91 der Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. von Liese, „Holzschutz im Hochbau“ (2. Aufl. 1934) und Falek, R., Hausschwamm und Holzschutz, Silva 1928, 16, 313–327. Das obge. leichtflüchtige, riechende Xylamon kann nur beschränkt benutzt werden (z. B. im Unterdienstraum).

Ländern, z. B. in den Vereinigten Staaten¹⁾, in Norwegen²⁾ und Schweden³⁾ stärker berücksichtigt (und vielleicht auch stärker empfunden) als in Deutschland. Sie sind jedoch meist zu vernachlässigen, da im Endprodukt kein wägbarer Verlust auftritt⁴⁾.

Besondere Bekämpfungsmaßnahmen, etwa durch Holzschutzmittel, sind daher in der Papierindustrie im allgemeinen nicht nötig. Man wird hier mit einfachen Maßnahmen wie Sauberkeit der Fabriken, richtige, d. h. trockene Lagerung der Halbstoffe usw. auskommen.

Können wir also die Papierindustrie schnell verlassen, so bietet der an dritter Stelle zu nennende **Bergbau** (und zwar der Steinkohlen-, Braunkohlen- und Erzbergbau), für den das Holz immer noch der wichtigste Baustoff ist, wieder hinsichtlich des Holzschutzes viel des Interessanten und Bemerkenswerten⁵⁾. Es ist bekannt, daß das zum Offenhalten der Grubenräume nötige Holz wegen der dort herrschenden Wärme und Feuchtigkeit außerordentlich leicht der Fäulnis unterliegt. So beträgt die Gebrauchsdauer eines rohen Grubenstempels je nach Lage der Dinge nur ein halbes bis etwa zwei Jahre. Als Mittelwert kann 1 Jahr gelten. Da bisher noch längst nicht alles Grubenholz, für das sich eine Imprägnierung lohnt, imprägniert wird, treten immer noch sehr starke Schäden auf. Günther gibt einen jährlichen Verlust von 1,5 Millionen fm an, der sich aus der Zerstörung von 25 % des verbauten Grubenholzes durch Fäulnis berechnet.

Natürlich ist man beim Grubenholz schon sehr frühzeitig zur Imprägnierung übergegangen, da der Ersatz des Holzes durch andere Baustoffe nur in beschränktem Umfange möglich und nicht immer erwünscht ist. So wird, neben anderen Vorzügen, die Warnfähigkeit

1) Vgl. Schorger, A. W., *Chemistry of cellulose and wood*. New York 1926.

2) Vgl. Robak, H., *Investigations regarding fungi on Norwegian ground wood pulp and fungal infection at wood pulpmills*. *Nyt Mag. f. Naturvid.* 1932, **71**, 185—330.

3) Vgl. Melin, E. u. Nannfeld, J. A., *Researches into the blueing of ground woodpulp*. *Svenska Skogsvårdsför. Tidskr.* 1934, S. 397—616.

4) Vgl. Drechsel, W., *Über Schimmelpilzbildung auf Sulfitzellstoff, die dadurch bedingte Faserschädigung und Zellulosezersetzung*. Diss. Dresden 1930, 26 S.

5) Vgl. Engels, W., *Die Holztränkung im Bergbau*. Diss. Clausthal 1928, 12 S. (s. auch „Glückauf“ 1928, Heft 44) und Kirst, E., *Neuere Erkenntnisse über das Wesen und die Wirkung des Holzschutzes gegen Feuer unter Berücksichtigung der Verhältnisse im Bergbau*. *Braunkohle* 1936, **35**, 777—783 u. 798—802.

des Holzes¹⁾, besonders des Nadelholzes, von den Bergleuten hoch geschätzt. Mit Hilfe von Imprägniermitteln ist es nun gelungen, die mittlere Gebrauchsdauer des Grubenholzes auf 6 bis 10 Jahre zu verlängern²⁾. Nach den Berechnungen von Günther ist dabei, unter Berücksichtigung der Kosten des mehrmaligen Ein- und Ausbaus roher Stempel, das imprägnierte Holz mindestens 5mal so billig wie rohes Holz.

Die Durchschnittszahl der Gebrauchsdauer von 6 bis 10 Jahren scheint mir allerdings, trotzdem es sich natürlich in den Gruben um besonders ungünstige Verhältnisse handelt, und die stellenweise kurze Betriebsdauer einer Strecke vielleicht manchmal eine längere Gebrauchsdauer der Stempel gar nicht erforderlich macht, für eine Volltränkung ziemlich gering zu sein, und wenn es gelänge, diese Zahlen zu erhöhen, so würde das zweifellos eine merkliche Holzersparnis bedeuten. Diese Verlängerung der Gebrauchsdauer ist aber offenbar nicht so leicht zu erreichen, da bekanntlich das wohlbewährte Teeröl wegen der Erhöhung der Brennbarkeit, der dabei entstehenden beizenden Rauchentwicklung, auch wegen der teilweisen Verdunstung und des aufdringlichen Geruches unter Tage nicht zu gebrauchen ist. Wir sind hier also wiederum hauptsächlich auf die wasserlöslichen Imprägniersalze angewiesen, die auch Günther zu seiner eben erwähnten Kostenberechnung benutzt hat. Da 85 % des verbauten Grubenholzes Kiefernholz ist, läßt sich auch gut mit den bekannten und früher schon genannten Salzgemischen arbeiten. Nur die hier besonders wichtige Frage der Schwer- oder möglichst sogar Unauslaugbarkeit der Mittel scheint mir noch nicht recht gelöst zu sein³⁾, und vielleicht muß man doch einmal auf das Standardmittel Sublimat zurückgreifen, das sich nach Bub-Bodmar bisher lediglich aus äußeren, nicht stichhaltigen Gründen im Bergbau nicht durchsetzen konnte und mit Hilfe des neuen

¹⁾ D. h. das Knistern des vor dem Knicken stehenden Holzes, das die Bergleute warnt, sich unverzüglich in Sicherheit zu bringen.

²⁾ Vgl. z. B. Mahlke-Troschel, Handbuch der Holzkonservierung, Berlin (J. Springer) 1928. Ein ausgezeichnetes Nachschlagewerk für alle Imprägnierfragen ist auch das früher erschienene Buch von Bub-Bodmar und Tilger „Die Konservierung des Holzes in Theorie und Praxis“, Berlin (P. Parey) 1922. Rabanus weist in Kollmann, F., Technologie des Holzes, Berlin (J. Springer) 1936, S. 362 mit Recht darauf hin, daß sämtliche Angaben über die Gebrauchsdauer nur grobe Anhaltspunkte liefern. Interessante Beispiele von Zufälligkeiten und dgl. werden mitgeteilt.

³⁾ Siehe die folgende 2. Mitteilung von Bavendamm.

Osmoseverfahrens noch bessere Ergebnisse, als früher möglich, verspricht.

Wenden wir uns jetzt der an 4. Stelle stehenden **Möbel-industrie** zu, so brauchen wir uns hier (ähnlich wie bei der Papier-industrie) nicht lange aufzuhalten. Große Holzschäden treten in der Regel nicht auf, da das Holz ja meist durch Lack oder Politur geschützt ist, und nur unsachgemäße Lagerung des noch nicht verarbeiteten Holzes kann zu Verlusten führen. Evtl. wäre auch an die tierische Beschädigung des fertigen Produktes, z. B. durch den Holzwurm, zu denken.

In Einzelfällen, bei Kunstgegenständen (z. B. Figuren, Altären und dergl.) wird schon mit Erfolg Gebrauch von Holzimprägnierungsmitteln gemacht.

Kommen wir schließlich zu den **Schwellen** und **Masten**, wie sie im Eisenbahnbau, bei der elektrischen Stromversorgung, der Telegraphie, dem Seilbahnbau usw. gebraucht werden, so finden wir wieder ähnliche Verhältnisse wie beim Grubenholz. Die mittlere Gebrauchsdauer von Schwellen im rohen Zustand beträgt z. B. für Kiefer 4—6 Jahre, für Buche 2—3 Jahre und für Eiche 12—15 Jahre. Rohe Telegraphenstangen halten durchschnittlich 8 Jahre.

Auf diesem Gebiet sind wir bekanntlich am weitesten im Holzschutz. Es gibt seit langer Zeit wohl organisierte und anerkannt brauchbare industrielle Holztränkungsanstalten mit ihren oft geschilderten, fein ausgedachten Verfahren und Schutzmitteln. Die Deutsche Reichsbahn, Reichspost und die Elektrizitätswerke sind hier mit gutem Beispiel vorangegangen. Es kann nicht meine Aufgabe sein, hier näher auf diese Verfahren einzugehen. Die Angabe der Namen „Kyanisierung“ mit Sublimat (vor allem für fichtene Telegraphenstangen), „Kesseldruckverfahren bzw. Rüplings-Sparverfahren“ mit Teeröl (besonders für Kiefern- und Buchenschwellen und Masten), „Boucherisierung = Saftverdrängungsverfahren“ mit Kupfersulfat, „Osmose-Verfahren“ und „Lebendtränkung“ muß genügen. Die Vor- und Nachteile dieser Verfahren und Mittel sind so oft geschildert und diskutiert worden, daß es schade um das Papier wäre, wollte ich dabei länger verweilen¹⁾.

¹⁾ Vgl. z. B. Mahlke-Troschel (s. o.), oder Gäumann, E., Tagesfragen der Mastenimprägnierung. Schweizer. Zeitschr. f. Forstwesen 1935, oder Liese, J., Der heutige Stand der Holzkonservierung von Schwellen und Masten. Berlin 1936 (Mitt. d. Fachaussch. f. Holzfragen, Heft 15).

Jedenfalls hat man erreicht, daß die Gebrauchsdauer der mit Teeröl vollgetränkten Buchenschwellen 37 Jahre und beim Sparverfahren mindestens die gleiche Zeit beträgt. Für Kieferschwellen ist die Zahl etwas geringer; sie betrug bisher, ebenfalls für Teeröl, ca. 25 bis 30 Jahre, wird aber nach Einführung des neuen Ritzverfahrens höher liegen¹⁾. Mit Teeröl im Rüping-Verfahren imprägnierte kieferne Telegraphenstangen halten nach Winnig²⁾ 34 Jahre und mit Sublimat behandelte fichtene Stangen (ebenfalls nach Winnig) 27 Jahre³⁾.

Diesen guten Erfolgen mit den altbekannten und bewährten Standardmitteln Teeröl und Sublimat stehen leider die Erfahrungen mit den modernen Salzgemischen, die zur Streckung oder vielleicht auch einmal ganz als Ersatz genommen werden müssen (s. u.), ein ganzes Stück nach. Nach Winnig und anderen Untersuchern kann man etwa die mittlere Gebrauchsdauer der mit solchen Stoffen (Basilit und Triolith) imprägnierten Schwellen und Maste mit nur 16 Jahren (das ist die Hälfte der Gebrauchsdauer für Teeröl) ansetzen. Es gilt also auch hier, wie beim Bergbau, diese Mittel nach Möglichkeit zu verbessern.

Welche Mengen Holzes hierbei in Frage kommen, mögen die folgenden beiden (von Liese, 1936 publizierten) Zahlen veranschaulichen. In den Gleisen der Deutschen Reichsbahn liegen 115 Millionen Holzschwellen = ca. 12 Millionen fm Holz. Der Gesamtbestand der Deutschen Reichspost und der Überlandzentralen an hölzernen Telegraphenstangen und Masten beträgt ca. 6 Millionen. Dazu kommen noch nach Winnig (1935) für verschiedene andere Zwecke riesige Mengen von Holzmasten, so daß heute insgesamt mindestens noch 15 bis 19 Millionen Holzstangen vorhanden sind⁴⁾.

Außer den Masten wären hier noch Reb-, Zaun- und Baumpfähle, sowie Bohlen- und Hopfenstangen u. dergl. zu nennen, die man vielfach noch nach alten Verfahren vor Fäulnis schützt (z. B. An-

¹⁾ Eine eiserne Schwelle hält nur etwa 20 Jahre!

²⁾ Winnig, K., Die Stangenstatistik der DRP und ihre Berechnung der mittleren Gebrauchsdauer. Arch. f. Post u. Telegraphie 1934, 62, 1—20.

³⁾ Vgl. Winnig, K., Das Osmoseverfahren und der Fäulnisschutz für Tannen- und Fichtenmaste. Arch. f. Post u. Telegraphie 1935, Heft 6 und die Anm. 2 oben auf S. 10. Der Unterschied in den Angaben über die mittlere Gebrauchsdauer beruht auf der verschiedenen Art der Stangenbewirtschaftung und der z. T. mit einbezogenen Nachpflege der Masten, die natürlich nicht wenig zur Verlängerung der Gebrauchsdauer beiträgt.

⁴⁾ Vgl. auch die interessanten Berechnungen von Bub-Bodmar, Genauere Lit.-Angabe s. S. 10.)

kohlen und Teeren). Ein allgemeiner Übergang zu modernen chemischen Imprägniermitteln wird wohl erst dann eintreten, wenn die Gebrauchsdauer z. B. der Zaunpfähle, die auch bei Verwendung geeigneten Holzes und primitiver Verfahren ziemlich groß ist, durch die neuen Mittel wesentlich gesteigert wird.

Blicken wir jetzt auf das bisher Ausgeführte zurück, so sehen wir, daß zwei Industrien keinen oder einen nur ganz geringen Bedarf an Holzschutzmitteln (abgesehen vielleicht von Brandschutzmitteln) haben. Das sind die Papier- und die Möbelindustrie. Ausgezeichnete Mittel zum Schutze der Schwellen und Maste sowie des Grubenholzes sind bereits vorhanden und bewährte industrielle Anlagen auf diesem Gebiet seit langer Zeit in Betrieb. Nur die Gebrauchsdauer des nicht mit den Standardmitteln Teeröl und Sublimat getränkten Holzes läßt noch zu wünschen übrig. Wenn es gelänge (und das dürfte, vielleicht auch mit Hilfe des neuen Os-moseverfahrens, oder einer systematischen Nachpflege durch Bandagen nicht ausgeschlossen sein), die nutzbaren Jahre erheblich heraufzusetzen, sagen wir auf manchen Gebieten mindestens zu verdoppeln, würden hier zweifellos ganz bedeutende Holz- und damit Devisenersparnisse gemacht werden können. Im Baugewerbe schließlich mit seinem 50 % betragenden Nutzholzbedarf sind die Holzschutzmöglichkeiten noch bei weitem nicht ausgenutzt, zum Teil sogar noch nicht erkannt. Hier liegen weitere sehr große Möglichkeiten in der Ersparnis des Rohstoffes Holz.

Um einige Zahlen zu nennen, sei auf Bub/Bodmar¹⁾ hingewiesen, der z. B. die jährliche Geldersparnis allein durch Tränkung von etwa 3 Millionen fm Grubenholz in Deutschland auf 37,5 Millionen RM. beziffert. Nach Winnig (1935) muß mit einem jährlichen Abgang von mindestens 725 000 Holzmasten durch Pilz- und Insektenschäden gerechnet werden, deren Ersatz einschließlich des Lohnanteils mindestens einen Aufwand von 15,4 Millionen RM. im Jahr erforderlich macht. Bemerkenswert ist auch die Angabe Kollmanns²⁾, es sei dem Rüplingschen Sparverfahren zu verdanken, daß in den ersten 30 Jahren seit Bestehen des Patentes (1902) statt mindestens 900 Millionen rohe Eisenbahnschwellen nur etwa 180 Millionen teerölgetränkte Holzschwellen in Deutschland

¹⁾ Lit.-Angabe s. S. 10.

²⁾ Kollmann, F., Das Rüping-Verfahren. Der Deutsche Forstwirt 1935, 17, 124—126.

verbraucht wurden. Das entspricht einer Geldersparnis von etwa 4 Milliarden Reichsmark!

Wenn die Angabe Günthers richtig ist, daß jährlich 4 bis 4,5 Millionen fm Nutzholz, also fast die Hälfte der eingeführten Holzmenge, durch Zerstörung der deutschen Volkswirtschaft verlorengehen, so glaube ich gezeigt zu haben, daß etwa allein eine solche Menge durch zusätzliche und vermehrte Schutzbehandlung des verbauten Holzes gerettet werden kann. Wenn dann weiter die Erhöhung der Gebrauchsdauer des imprägnierten Holzes in dem gewünschten Ausmaß Wirklichkeit werden sollte, so könnte schließlich tatsächlich allein durch Schutzmaßnahmen (also ohne alle die anderen Maßnahmen, die erst nach längerer Zeit wirksam werden) die ganze Holzeinfuhr überflüssig gemacht werden. Dabei müssen in Deutschland evtl. lediglich gewisse Umgruppierungen im Holzverbrauch stattfinden, weil, wie gesagt, hauptsächlich Papierholz eingeführt wird.

Im Rahmen des Vierjahresplanes erhebt sich nun aber noch eine weitere Frage, nämlich die, ob nicht vielleicht unter den bisher verwendeten Imprägniermitteln solche zu finden sind, die wir nicht aus eigenen Produkten herstellen können, und ob zutreffendenfalls die Möglichkeit besteht, die Mittel durch andere, einheimische zu ersetzen. Betrachten wir daraufhin die angeführten und bekannten Mittel, so sehen wir, daß auf diesem Gebiet voraussichtlich keine großen Ergebnisse zu erwarten sind.

Zwar besitzt Deutschland Quecksilber, das bekanntlich zur Herstellung von Sublimat verwendet wird, nicht (die Hauptvorkommen liegen in Spanien und Italien), und für militärische Zwecke muß auch eine gewisse Menge davon reserviert bleiben, aber der Devisenbedarf für Sublimat ist doch, wie gleich gezeigt werden soll, verhältnismäßig so gering, daß dieses besonders im Hinblick auf die Unauslaugbarkeit wirklich brauchbare und die anderen Mittel darin weit übertreffende Standardmittel (s. auch meine dritte Mitteilung im nächsten Heft dieser Zeitschrift) deswegen eigentlich nicht aufgegeben zu werden braucht. So betragen nach der Berechnung von Günther die heute benötigten Sublimatmengen pro Jahr für die Reichspost (zur Tränkung von 50000 Masten) 6600 kg und für die Elektrizitätswerke (zur Tränkung von etwa 167000 Masten) 44000 kg, zusammen also 50600 kg. (Von den 200000 jährlich benötigten Masten der Reichspost werden $\frac{1}{4}$ mit

Sublimat getränkt. Von den 500 000 der deutschen Elektrizitätswerke $\frac{1}{3}$.) Nach dem Quecksilberpreis errechnet sich dafür ein Devisenbedarf von nur 156 866 RM. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, daß bisher ein ganz erheblicher Export in kyanisierten Masten (jährlich für 1,5 Millionen RM.) stattfand und wir Quecksilber im Verrechnungsverfahren beziehen, was bedeutet, daß wir eine bestimmte Menge von Stoffen (also wohl auch von Quecksilber) anderen Ländern abzunehmen verpflichtet sind. Es wäre daher zu wünschen, daß das am 1. Oktober 1936 erfolgte Verbot der Imprägnierung von Holz mit Sublimat einer Nachprüfung unterzogen würde.

Beim Teeröl liegen die Verhältnisse anders. Es wird bekanntlich bei der Verkokung unserer Steinkohlen erzeugt und stellt also ein rein deutsches Produkt dar, das wir sogar in großem Maßstab ausführen bzw. ausgeführt haben (1929 z. B. nach Heydenreich¹⁾ 135 700 t Creosotöl). Ein unmittelbarer Devisenbedarf ist demnach für Teeröl nicht nötig. Es muß aber evtl. bedacht werden, daß wir gezwungen sind, bisher noch beträchtliche Mengen an Treib- und Heizölen einzuführen. 1934 waren es z. B. nach Günther 167 000 t. Vielleicht kann und wird man einmal das Teeröl zum Teil für solche Zwecke verwenden müssen. Dann müßte auch dieses bewährte Mittel in gewissem Umfang durch andere Holzschutzstoffe ersetzt werden.

Um welche Mengen Teeröl es sich handelt, ergibt wieder eine Berechnung von Günther. Gebraucht werden jährlich von der Deutschen Reichspost (für $\frac{3}{4}$ der 200 000 benötigten Telegraphenstangen) 1890 t, von der Deutschen Reichsbahn (für 3 Mill. Schwellen) 28 700 t, von den Elektrizitätswerken (für $\frac{2}{3}$ der 500 000 benötigten Maste) 10 000 t und schließlich von der Privatindustrie etwa 18 000 t, so daß zusammen 58 590 t Teeröl herauskommen²⁾.

Abgesehen von Chrom, von dem allerdings nicht so große Mengen gebraucht werden, sind dann fast alle anderen Mittel, die man zum Imprägnieren von Holz verwendet, deutschen Ursprungs. Das sind vor allem Fluoride, Arseniate, nitrierte Phenole und Zinksalze. Bekannte Vorkommen von Flußspat, aus dem die wichtigsten Fluorverbindungen hergestellt werden, liegen z. B. in der Oberpfalz

¹⁾ Heydenreich, F. A., Die Deutsche Steinkohlenteerindustrie und ihre wirtschaftlichen Zusammenhänge. Halle a. S. (W. Knapp), 1931. 256 S. (Kohle, Koks, Teer, Bd. 26.)

²⁾ Heydenreich (S. 172) gibt 60 000 t an.

und im Harz. Arsenkies, von dem die Arsenverbindungen herkommen, gibt es in Schlesien. Nitrierte Phenole liefert die deutsche Steinkohle usw.

Es ist also die augenblickliche Aufgabe der Industrie, aus diesen Stoffen, wenn möglich, wertvolle und brauchbare Ersatzimprägniermittel herzustellen und Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung, der Industrie dabei zu helfen. Natürlich behauptet die Industrie an Hand zahlreicher schöner Prospekte in den schon genannten wasserlöslichen (und übrigens auch verhältnismäßig billigen) Salzgemischen, besonders in der neuen U-Form, bereits brauchbare Erzeugnisse auf den Markt gebracht zu haben, und sie hat auch insofern recht, als es ihr, wie der Gebrauch in der Praxis zeigt, gelungen ist, damit die Lebensdauer des Holzes deutlich zu steigern. Aber wie die oben mitgeteilten Zahlen der Gebrauchsdauer zeigen, ist diese Steigerung (also die schützende Wirkung) noch nicht voll befriedigend, insbesondere, wenn es sich um im Freien verbautes Holz handelt. Die Werte von Teeröl werden z. B. vielfach nur halb erreicht. Das weiß natürlich auch die Imprägniermittel-Industrie, und sie bemüht sich, immer wieder neue Zusätze und Kombinationen zu ersinnen, um allen gewünschten Anforderungen gerecht zu werden. Der Erfolg ist, daß von Zeit zu Zeit immer wieder andere Mittel und gelegentlich auch neue Verfahren erscheinen, die alle wohlklingende Bezeichnungen besitzen, über deren Wert aber der Außenstehende nicht im klaren ist bzw. wohl auch gar nicht sein soll.

Es ist also neben einer planmäßigen Forschung auf diesem Gebiete auch eine **objektive Prüfung** der auf den Markt kommenden Mittel (und zwar sollten es Durchschnittsproben des Handels sein) sowie der neuen Verfahren unbedingt notwendig. Natürlich ist nicht nur die Verbraucherschaft, sondern auch die Wissenschaft daran interessiert, über die Brauchbarkeit bzw. die Vorzüge dieser und jener Mittel und dergl. etwas Positives zu erfahren. Leider wird ja auf diesem Gebiet immer noch zu viel kritiklos geredet bzw. geschrieben (auch aus Büchern und leider auch aus Prospekten abgeschrieben) und viel zu wenig exakt experimentiert. Da aber immerhin die Imprägniermittel-Industrie selbst Vorteile durch solche Untersuchungen hat, ja ohne sie gar nicht weiter arbeiten könnte, ist man schon seit langem in glücklicher Zusammenarbeit mit ihr bemüht, möglichst fehlerlose und verhältnismäßig schnell ein Ergebnis bringende Laboratoriumsprüf-

methoden auszubilden. Welche Wege man dabei gegangen ist, und welche Fehlerquellen man vermeiden muß, soll in weiteren Arbeiten geschildert werden, in denen die langjährigen Erfahrungen des Verfassers verarbeitet sein werden.

Neben der wichtigen Frage, **wie** man prüfen soll, steht zum Schluß aber auch die ebenso notwendige Frage, **wer** solche Prüfungen und Untersuchungen ausführen kann und soll. Es muß davor gewarnt werden, daß, etwa als Konjunkturererscheinung, Institute und Forscher an diese Dinge herangehen, die nicht die nötigen Voraussetzungen dazu mitbringen. Zu diesen Voraussetzungen gehören gute botanische (Holzanatomie u. dgl.) und mykologische Kenntnisse, insbesondere Kenntnis der Biologie der Holzzerstörer, langjährige Erfahrungen mit den nicht so einfachen biologischen Prüfmethoden, ein genauer Überblick über die vorliegende botanische, forstliche, chemische und technische Literatur, die Möglichkeit der Zusammenarbeit mit anderen Fachgebieten, insbesondere der Chemie, der Forstwirtschaft und dergl. Bestehen solche Voraussetzungen nicht, dann sind Arbeiten möglich, wie z. B. die von Günther, der auf Grund weniger und unzureichender Versuche und offenbar in einseitiger Darstellung folgeschwere Werturteile fällt und vorschnell mit Vorschlägen und Empfehlungen an die Öffentlichkeit tritt¹⁾. Es geht im Interesse der Sache nicht an, daß irgendwelche unerfahrene, etwa gar noch in der Ausbildung befindliche Chemiker, Ingenieure oder sonstige Kreise, die den Dingen ferner stehen, Verwirrung in die Begriffe bringen und evtl. durch falsche oder oberflächliche Angaben Staats- u. a. Stellen in sehr kostspielige Experimente stürzen. Man überlasse vielmehr solche Arbeiten den Instituten und Forschern, die gezeigt haben, daß sie die notwendigen Voraussetzungen mitbringen, und die durch ihre fortlaufenden Arbeiten an der ernsthaften und objektiven Weiterentwicklung dieses praktisch so ungemein wichtigen Gebietes erfolgreich mitgewirkt haben. Im Hinblick auf die Sicherheit der Ergebnisse, die Vermeidung von Einseitigkeiten, die eventuelle Aufteilung des außerordentlich umfangreichen Gebietes und dergl. sollte allerdings die Arbeit auch nicht an zu wenig Stellen ausgeführt werden. Keinesfalls wäre eine „Monopolprüfstelle“ vorteilhaft. Evtl. Mittel endlich,

¹⁾ Auf den experimentellen Teil der Dissertation von Günther gehe ich besonders in der nachfolgenden 2. Mitteilung ein.

die für die Erfolg versprechenden Zwecke des Holzschutzes aus-
geworfen werden sollten, müßten restlos zum Ausbau der noch nicht
genügend mit Hilfsmitteln oder mit den dringend nötigen Hilfs-
kräften ausgestatteten Institute verwendet werden, damit in um-
fassenden und systematischen Versuchen ein rascher Fortschritt
auf dem vorliegenden Gebiet erzielt werden kann.

Aus der Praxis der mykologischen Holzschutzmittelprüfung.

2. Mitteilung. Arsenhaltige Mittel.

Von

Professor Dr. W. Bavendamm.

(Aus dem Forstbotanischen Institut Tharandt.)

(Gelegentlich größerer Untersuchungen über grundlegende Fragen
der mykologischen Prüfung von Holzschutzmitteln wurden abermals
zwei Handelspräparate von Holzkonservierungsmitteln geprüft.
Da die Ergebnisse theoretisch und praktisch gleich interessant und
wichtig sind, sollen sie hier im Anschluß an meine 1. Mitteilung
(s. diese Zeitschr. Bd. 18, S. 132) veröffentlicht werden. Neu ist:
1. die Verwendung eines bisher von mir noch nicht benutzten Mittels,
über das auch in der Literatur keine Zahlen zu finden sind, 2. und
3. die Verwendung einer anderen Tränkungs- und Auslaugemethode
und 4. die Hinzunahme eines bisher von mir noch nicht verwendeten
Pilzes¹⁾).

Während in meinen ersten Versuchen (Bavendamm, 1)
das nicht arsenhaltige Präparat Basilit-U der I. G. Farbenindustrie

¹⁾ Nach Abschluß des Manuskriptes erschien Mitte Dezember 1936 eine
Dissertation von Günther (s. Schriftenverzeichnis), die einige ähnlich ausgeführte
Versuche enthält. Da in das vorliegende Manuskript nicht mehr beliebig viel
Einschaltungen gemacht werden konnten, bin ich in der Regel in Anmerkungen
auf die Angaben und Ergebnisse Günthers eingegangen.

Außerdem habe ich inzwischen in zwei etwas weiter zurückliegenden, an
schwer zugänglicher Stelle erschienenen ausländischen Arbeiten einige kleine
Versuche gefunden, die als mehr oder weniger vollkommene oder brauchbare
Vorläufer für die künftig zu verwendende Methodik angesehen werden können
(s. Kamesam und van den Berge). Auf sie wird ebenfalls meist anmerkungs-
weise hingewiesen.

A.-G.¹⁾ benutzt wurde, verwendete ich diesmal das als wichtiger angesehene und als arsenhaltiges Mittel zurzeit im Vordergrund des Interesses stehende Basilit UA²⁾. Dem Basilit UA und ähnlichen Mitteln wird bekanntlich, was auch ich zunächst nach Angaben in der Literatur übernommen habe (s. S. 140 der 1. Mitt.), wegen des Arsengehaltes nicht nur eine größere fungizide Wirkung, sondern auch eine sehr große Unauslaugbarkeit zugeschrieben, eine Eigenschaft, die ja eins der Hochziele der die Mittel herstellenden Industrie darstellt. Allerdings wird in den einschlägigen Prospekten der I. G. Farbenindustrie angegeben, daß den U-Mitteln nach der Imprägnierung eine gewisse Zeit gelassen werden muß, damit sie sich mit der Holzfaser recht innig verbinden, und damit die in der 1. Mitteilung und auch weiter unten (S. 38) genannten schwerlöslichen Verbindungen entstehen, die der Vorzug dieser Mittel sein sollen. (Wortlaut: „Im allgemeinen empfiehlt es sich, die mit den verschiedenen Basilit-Marken behandelten Hölzer erst dann einzubauen, wenn sie wieder getrocknet sind, was je nach der Dimension des Holzes und dem herrschenden Wetter in 2—8 Wochen geschehen sein wird.“)³⁾ Diese Forderung wurde diesmal ganz besonders berücksichtigt, wobei zur 1. Mitteilung nachzutragen ist, daß ich bei den Versuchen mit Basilit U und den anderen geprüften Holzkonservierungsmitteln nach der Imprägnierung eine Trocknungs- und Lagerperiode von 7 Tagen (so auch van den Berge) einschaltete. Erst dann wurden die trockenen Klötzchen dem Pilzangriff ausgesetzt. Man könnte natürlich den Einwand machen, daß diese Zeit noch zu kurz gewesen ist, und daß aus diesem Grunde Basilit U so gut ausgelaugt wurde, wie es in den ersten Versuchen der Fall war. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen sprechen aber

¹⁾ Basilit U entspricht in der Zusammensetzung dem von Günther benutzten Wolmansalz Triolith U. Siehe die genauen Analysen bei Günther, Engels und van den Berge benutzten das alte, nur aus Natriumfluorid und Dinitrophenolanilin bestehende und nach Basilius Malenković benannte Basilit sowie Triolith, das Natriumfluorid, Dinitrophenol und Natriumbichromat enthielt.

²⁾ Thanalith U, das Kamesam und Günther benutzten, ist etwa genau so zusammengesetzt wie Basilit UA. Siehe wiederum die bei Günther abgedruckten Analysen.

³⁾ Über die identischen Wolmansalze wird geschrieben, daß die Fixierung durch die Chromsalze bewirkt wird, die im Zeitraum von etwa 14 Tagen die ursprünglich wassergelösten Tränkstoffe in eine Form umsetzen, daß diese Stoffe nur zu verhältnismäßig wenigen Hundertteilen wasserlöslich und im übrigen nur noch durch Säuren löslich sind. Popham und Kamesam haben die Versuchs-klötzchen nicht gelagert, sondern künstlich getrocknet.

dagegen¹⁾. Zum Vergleich wurde wieder Fluralsil-Extra von den Brander Farbwerken herangezogen²⁾.

Natürlich ging ich wiederum in üblicher Weise nach der allgemein anerkannten Klötzchenmethode vor, wobei diesmal die Klötzchen aber meist nicht mehr im Vakuum, sondern mittels des in der Praxis vielleicht ebenso häufig benutzten Eintauch- oder Einlagerungsverfahrens getränkt wurden. Bei der Tränkung im Vakuum (20 Minuten wie bei Günther) ergab sich nämlich eine, jedenfalls theoretisch, so starke Salzaufnahme, daß zweifellos die Aussicht bestand, auch mit dem Eintauchen auszukommen. Nach anderen Versuchen, die gleichzeitig abgeschlossen wurden, und die als 3. Mitteilung veröffentlicht werden sollen, kann man dieses Verfahren, wenn man die etwas längere Versuchsdauer nicht scheut, tatsächlich sehr gut verwenden. Die errechnete Salzaufnahme ist zwar nur etwa halb so groß (s. auch die Tabelle auf den S. 22 u. 23), aber bemerkenswerterweise ebenso wirksam wie bei der Tränkung im Vakuum³⁾. Die Länge des Eintauchens betrug 10 Tage⁴⁾. Um die oben genannten Bedenken auszuschalten, wurde die allgemein wiederum 7 Tage betragende Zeit zwischen Tränkung und Beginn

¹⁾ Günther hat mit Triolith U bessere, mit Fluralsil-Extra die gleichen Ergebnisse gehabt. Engels, der ohne die notwendigen genaueren Angaben und mit einer nicht näher beschriebenen Methodik Holzproben, die mit Basilit (2 %), Triolith (2 %), Dinitrophenol (0,4 %), Sublimat (0,3 %) usw. imprägniert waren, in fließendem Wasser auslaugte, fand, daß Dinitrophenol bereits nach 7 Tagen und Basilit und Triolith ebenfalls schon nach 10 Tagen einen Pilzbefall ermöglichten. Sublimat- und Teerölklotzchen zeigten dagegen auch am Schluß des Versuchs, nach 21 Tagen, noch keine Auslaugbarkeit. Engels Schlußfolgerungen daraus sind widerspruchsvoll und angreifbar, wie auch sonst manche Angaben in dieser Dissertation zu starken Bedenken Anlaß geben. Van den Berge, der nur einige Tastversuche unternahm, fand eine bemerkenswerte Auslaugbarkeit von Basilit und Triolith. 9,3 bzw. 9,2 kg ebm (Mengen, die über 2 % höher sind als in der Praxis vorgeschrieben!) reichten nicht aus, um das Holz nach der Auslaugung gegen Pilzangriff zu schützen.

²⁾ Auch Günther benutzte Fluralsil-Extra. Siehe dort die genaue Analyse.

³⁾ Dieses Ergebnis wird durch die Untersuchungen Gunthers bestätigt. Auch dieser Forscher erhielt mit den beiden Verfahren die gleichen Werte!

⁴⁾ Von Günther wurden die Klötzchen auf die Dauer von 30 Tagen eingetaucht, um gleichzeitig die Durchtrankungsgeschwindigkeit festzustellen. Wie seine Tabelle mit den täglich bestimmten Zahlen zeigt, wird am 1. Tage die weitaus größte Salzmenge, etwa 70 %, der nach dem 30. Tage der Einlagerung festgestellten Lösungsaufnahme, vom Holz aufgenommen. Eine 10tägige Einlagerung ist also völlig ausreichend. Ähnliche Versuche hat übrigens schon Netzsch (S. 123) ausgeführt.

der Auslaugung in besonderen Versuchen auch auf 1,2 und 4 Monate verlängert¹⁾).

Wie ich in der 1. Mitteilung berichtete, gestaltete sich die Auslaugung in Schüttelmaschinen, abgesehen von der Umständlichkeit, den Stromkosten u. dgl., nicht sehr ideal²⁾. Da die geplante besondere Durchströmungsapparatur noch nicht fertig gestellt ist, benutzte ich bei den vorliegenden Versuchen einfach 400 ccm-Bechergläser (breite Form), die mit 300 ccm destilliertem Wasser gefüllt waren, das morgens und abends erneuert wurde. Durch Beschwerung mußten die Klötzchen unter Wasser gehalten werden³⁾. Die Bleistiftbeschriftung blieb bei diesem schonenderen Verfahren gut erhalten. Natürlich kamen nur Klötzchen eines Mittels und einer Konzentration (3 Stück) in ein Gefäß. In kurzen Stichproben wurde die normalerweise 4 Wochen dauernde Auslaugung auch auf 5 und 6 Wochen verlängert. Ein kleiner Versuch mit Auslaugung durch destilliertes und durch Leitungswasser schloß sich an. Die von van den Berge benutzte Auslaugemethode von Pfeiffer und Kluyster, die ganz meinen eigenen, unabhängig davon entwickelten, Ideen und denen anderer Forscher (s. Anm. 3) entspricht, ist sicherlich sehr richtig und sollte allgemein eingeführt werden. Es handelt sich um eine Nachahmung der natürlichen Verhältnisse, indem Trockenperioden zwischen die Auslaugung eingeschaltet werden⁴⁾.

¹⁾ Günther lagerte die Klötzchen 4 Wochen lang.

²⁾ Kamesam benutzte bei seinen rein chemischen Auslaugeversuchen Schüttelmaschinen, deren Leistung dankenswerterweise genau angegeben wird. Die Schütteldauer war sehr gering; 3 Stunden. Auch Günther benutzte noch Schüttelmaschinen, ohne allerdings anzugeben, welcher Art sie waren. Es wurde 60 Tage lang unter täglicher Erneuerung des Waschwassers geschüttelt, obwohl die Vorschrift, nach der auch ich mich gerichtet habe (s. 1. Mitt.), nur 30 Arbeitstage à 8 Stunden vorschreibt. Wegen des Abriebs wurden die Klötzchen nach dem Schütteln für die Berechnung des Gewichtsverlustes noch einmal gewogen. Angaben darüber, wie die Klötzchen gekennzeichnet waren, finden sich weder bei Kamesam noch bei Günther. Daß Günther die vorliegende Literatur nicht kennt, fällt nicht allein an dieser Stelle auf.

³⁾ Die Ergebnisse werden voraussichtlich nicht vollständig miteinander zu vergleichen sein, da bewegtes Wasser sicherlich besser wirken dürfte. Vgl. über die Auslaugungsfrage auch Netzsch (S. 19 u. 131), Curtin (1 u. 2), Peters und Steinherz (S. 318) u. a. 1931, 32 habe ich Auslaugeversuche mit Thanalith U nach der Methode der Grubenholzimprägnierung G. m. b. H. ausgeführt, die 5 Wochen Wässerung mit 4×2 tägigem Trocknen dazwischen vorsieht.

⁴⁾ Bei den Versuchen von van den Berge wurden die Klötzchen 4×4 Tage in strömendem Leitungswasser gespült und dazwischen 4–3 Tage bei 30° C getrocknet.

Versuche ohne und

		Versuchspilze: <i>Polyporus vaporarius</i>						<i>Coniophora</i>			
Be- hand- lungs- weise	Mittel	Lös. konz. in %	Imprägnierte Klötzchen			Rohe Kl.		Imprägnierte Klötzchen			
			Salzaufn. in kg/cbm Splinth.	Gew.- abn. in %	Manu- elle Prü- fung	Gew.- abn. in %	Manu- elle Prü- fung	Salzaufn. in kg/cbm Splinth.	Gew.- abn. in %	Manu- elle Prü- fung	
Eintauchverfahren	Ohne Auslaugung	Basilit UA	4,0	14,30	0	1	9,5	4a	17,05	0	1
			2,0	8,55	0	1	15,5	4a	8,65	0	1
			1,0	4,00	0	1	6,7	4a	4,34	0	1
			0,5	2,04	0	1	6,8	3b	2,02	0	1
			0,125	0,47	0 (2,6)	1	22,3	3b	0,53	0	1
			0,06	0,24	11,0	3b	10,0	3b	0,27	0	1
	Ohne Auslaugung	Fluralsil-Extra	4,0	16,20	0	1	0,9	2b	21,25	0	1
			2,0	8,30	0	1	1,6	2b	9,23	0	1
			1,0	4,43	0	1	16,4	3b	4,07	0	1
			0,5	2,15	0	1	12,8	4b	2,02	0	1
			0,125	0,53	0,4	2a	20,4	4b	0,56	8,9	4a
			0,06	0,24	0,2	1	24,9	4b	0,25	4,3	4a
	Mit Auslaugung	Basilit UA	4,0	16,80	0	1	27,7	4b	15,10	0	1
			2,0	9,40	0	1	19,2	4b	9,77	0	1
			1,0	4,27	0 (2,5)	1	30,3	4b	3,03	0	1
			0,5	2,05	15,8	4a	21,3	4b	2,15	0	1
			0,125	0,51	10,2	2b	18,6	2b	0,56	22,2	4a
			0,06	0,25	10,9	2b	17,8	2a/3b	0,22	20,3	4a
		Fluralsil-Extra	4,0	18,30	6,6	1?	31,5	4b	20,70	4,8	4a
			2,0	6,25	2,1	2a/3b	22,6	4b	9,98	8,7	4a
			1,0	4,07	2,1	1?	25,2	4b	4,10	10,4	3b
			0,5	2,07	2,9	1?	14,7	4b	2,10	9,0	3b
			0,125	0,55	7,4	2b	11,8	3b	0,42	4,2	3b
			0,06	0,23	5,0	2b	11,9	3b	0,24	14,0	3b
Vakuumverfahren	Mit Auslaugung		4,0	16,95	0	1	25,7	4b	15,90	0	1
			4,0	16,35	0	1	28,2	4b	16,25	0	1
			4,0	21,20	0	1	10,0	4b	14,85	0	1
	Ohne Auslaugung	Basilit UA	4,0	31,0	0	1	30,8	4b	29,4	0	1
			4,0	28,9	0	1	28,9	4b	27,1	0	1
			4,0	22,0	0	1	41,7	4b	27,1	0	1
			4,0	28,4	0	1	23,1	4b	28,7	0	1
			4,0	23,8	0	1	45,1	4b	28,8	0	1
			4,0	29,5	0	1	48,0	4b	29,1	0	1
			4,0	27,4	0	1	47,0	4b	27,2	0	1
			4,0	27,3	0	1	42,7	4b	26,8	0	1

Die Grenzen sind, soweit feststellbar, durch Striche in den Spalten für die imprägnierten Klötzchen und als Höchstwert in der Spalte der Lösungskonzentration gekennzeichnet.

mit Auslaugung.

<i>cerebella</i>		<i>Lenzites abietina</i>						Weitere Bemerkungen über die Behandlungsweise der Klötzchen
Rohe Kl.		Imprägnierte Klötzchen				Rohe Kl.		
Gew.- abn. in %	Manu- elle Prü- fung	Salzaufn. in kg/cbm Splinth.	Gew.- abn. in %	Manu- elle Prü- fung	Gewichts- abnahme in %	Manu- elle Prü- fung		
(4,9)	4 a	17,00	0	1	3,1	1	7 Tage Lagerung nach der Imprägnierung.	
18,9	3 b	7,68	0	1	8,6	3 b/4 a		
32,7	4 b	4,16	0	1	(0,3)	1		
21,5	4 b	2,03	0 (2,3)	1	10,4	4 b		
35,4	4 b	0,50	8,3	4 a	13,5	4 b		
37,2	4 b	0,26	18,6	4 b	27,7	4 b		
9,6	3 b	16,60	0	1	1,1	1		
(0,6)	4 a	8,36	0	1	25,0	4 b		
2,0	2 a	4,13	0	1	(6,0)	4 a		
45,5	4 b	1,93	3,0	4 a	15,5	4 b		
48,6	4 b	0,56	17,0	4 a	21,0	4 b	7 Tage Lagerung nach der Imprägnierung und vor der Auslaugung von 4 Wochen.	
38,5	4 b	0,26	11,2	4 b	27,0	4 b		
24,2	3 b	15,00	1,0	4 a	5,9	4 b		
20,6	3 b	7,45	9,0	4 a	18,9	4 b		
21,0	3 b	4,30	9,9	4 a	9,3	4 b		
33,4	3 b	2,21	18,7	4 a/4 b	20,1	4 b		
30,4	3 b	0,55	20,9	4 b	18,0	4 b		
29,2	3 b	0,26	29,1	4 b	18,2	4 b		
21,5	4 b	18,10	2,7	4 a	20,0	4 b		
20,3	4 b	8,75	5,5	4 a	23,1	4 b		
26,6	4 b	4,26	8,9	3 b/4 a	22,7	4 b	5 Wochen mit dest. Wasser ausgelaugt. 6 Wochen mit dest. Wasser ausgelaugt. Mit Leitungswasser 4 Wochen ausgelaugt. Mit destilliertem Wasser 4 Wochen ausgelaugt.	
21,5	4 b	1,94	10,6	3 b/4 b	20,5	4 b		
29,6	4 b	0,56	18,5	4 b	24,1	4 b		
(6,4)	3 a/4 a	0,23	23,5	4 b	23,6	4 b		
32,0	4 b	16,05	1,1	4 a	18,4	4 b		
30,4	4 b	16,75	3,2	4 a	13,4	4 b		
32,4	4 b	18,45	1,4	4 a	22,0	4 b		
38,4	4 b	23,8	1,1	4 a	21,1	4 b		
17,8	4 b	27,6	3,6	4 a	27,6	4 b		
31,0	4 b	25,0	4,3	4 a	25,6	4 b		
31,0	4 b	24,9	4,7	4 a	25,2	4 b		
35,2	4 b	27,6	0,5	4 a	39,2	4 b		
25,3	4 b	27,0	1,4	4 a	29,5	4 b		
28,1	4 b	27,1	3,2	4 a	34,2	4 b		
39,2	4 b	26,7	3,6	4 a	28,8	4 b		

Die eingeklammerten Werte stellen Ausnahmen dar, wenn sie nicht hinter einer 0 stehen.
Die eingerahmten Zahlen zeigen eine Hemmung des Pilzwachstums an.

Zu den bisher benutzten Versuchspilzen *Polyporus caparrinus* (Stamm Eberswalde) und *Coniophora cerebella* (Stamm Pless¹⁾), die sogen. Oberflächenpilze sind, wurde der Substratpilz *Lenzites abietina* (Stamm Eberswalde) hinzugenommen, so daß die drei auf S. 16 der von Liese, Nowak, Peters und Rabanus (1935) zusammengestellten Vorschriften für die toximetrische Bestimmung von Holzkonservierungsmitteln bei der Prüfung von Kiefern und fichtenen Telegraphenstangen zu verwendenden Pilze beisammen waren. Die Verwendung von *Lenzites* war, wie sich zeigen wird, besonders wertvoll und aufschlußreich.

In den Kolleschalen befand sich, wie bei meinen Versuchen bisher üblich, mit 8 %iger Malzextraktlösung getränkte Fichtenholzschliffpappe²⁾. Die Versuchsdauer betrug vorschriftsmäßig 3 Monate.

Wegen der großen Zahl der im ganzen angesetzten Versuche konnten leider nur größere Sprünge in den Konzentrationen genommen werden³⁾, ja, es mußten sogar manche Fragen zunächst nur durch einige Stichproben der Klärung nähergebracht werden. Mehrere Parallelreihen bei den einzelnen Pilzen, die die Ergebnisse natürlich immer sicherer gestalten, fielen aus dem gleichen Grunde weg⁴⁾. Dennoch sind die Ergebnisse ziemlich einheitlich und recht befriedigend, wenn auch wieder einzelne Werte aus dem Rahmen herausfallen. Fehlerquellen sind ja bei der Klötzchenmethode noch keineswegs restlos ausgeschaltet. Insbesondere muß ich darauf hinweisen, daß das Kiefernspiltholz, das (wie vorgeschrieben) gut ausgesucht war, sich in diesen Versuchen anders verhalten hat als bei den früheren Versuchen. Das Holz war irgendwie im Gefüge fester, schrumpfte nicht so leicht zusammen, zeigte eine besonders starke Zerstörung des Frühholzes usw. Daher, und weil diesmal die Versuchsdauer nur 3 Monate betrug, sind bei den rohen Klötzchen einige Gewichtsverlustzahlen geringer, als sie sein könnten, bzw. als sie in den in der 1. Mitteilung veröffentlichten Versuchen waren.

¹⁾ Günther benutzte den Stamm Idaweiche, wobei darauf hingewiesen sei, daß sich nach den Untersuchungen von van den Berge sogar die einzelnen Stämme der Holzzerstörer den Imprägnierstoffen gegenüber verschieden verhalten.

²⁾ In der Regel wird Agar als Substrat genommen, so z. B. von Falck, Kamesam, van den Berge, Günther u. a. Aus verschiedenen Gründen, die später bekanntgegeben werden sollen, werde ich in Zukunft voraussichtlich ebenfalls zur Verwendung von Agar übergehen.

³⁾ Günther hat sogar nur 3 Abstufungen genommen, nämlich 0,5, 1,0 und 2 %. Das ist reichlich wenig.

⁴⁾ Günther konnte günstigerweise aus 6 Werten das Mittel ziehen.

Im Hinblick auf diese Tatsache erwies sich die, wie die vorstehende Tabelle zeigt, schärfere manuelle Prüfung **neben** der gewichtsmäßigen als unbedingt erforderlich und sehr brauchbar. Erst dadurch bekam man bei einigen Versuchen ein richtiges Bild. Zur Beurteilung der Zahlen wurde schließlich auch das Aussehen der Kolleschalen bzw. der Pilzkulturen hinzugezogen, insbesondere wurde die Tatsache, ob die Klötzchen äußerlich gut, schlecht oder gar nicht bewachsen waren, aufgezeichnet. Die Protokollbemerkungen hierüber sind aber in der Tabelle aus technischen Gründen und der besseren Übersicht wegen weggelassen worden. Es konnte das gut getan werden, weil allgemein eine gute Übereinstimmung mit den Gewichtsverlustzahlen festzustellen war. Bei 0 g Gewichtsverlust ist z. B. auch niemals ein Bewachsen der imprägnierten Klötzchen zu beobachten gewesen usw.¹⁾

Die Ergebnisse der im Laufe des Jahres 1936 durchgeführten Versuche sind in der Tabelle auf den S. 22 u. 23 niedergelegt.

Was zunächst die **Versuche ohne Auslaugung** angeht, so zeigt sich trotz des Eintauchverfahrens immer noch eine sehr gute Salzaufnahme in kg pro cbm Splintholz, die bei beiden Mitteln und den verschiedenen Pilzen etwa gleich ist. Ich muß dabei allerdings bemerken, daß diese Zahlen natürlich nur theoretisch errechnet sind. Es wird ja bekanntlich bisher, was aber wohl der Abänderung bedarf, einfach aus der aufgenommenen Flüssigkeitsmenge auf die aufgenommene Salzmenge geschlossen. Man muß aber doch z. B. berücksichtigen, daß sich manche Mittel evtl. in den äußeren Holzschichten stärker anhäufen, daß sich auch die einzelnen Hölzer, ob Kiefer oder Fichte, verschieden verhalten u. dgl.²⁾

Die Zerstörung der rohen Klötzchen ist befriedigend (vgl. jedoch die obigen Bemerkungen über das verwendete Holz). *Coniophora cerebella* steht diesmal hinsichtlich der Zerstörungsintensität an 1. Stelle, es folgt sodann *Polyporus vaporarius* und schließlich *Lenzites abietina*. Bei den starken Konzentrationen von

¹⁾ Günther berichtet merkwürdigerweise von keinerlei Schwierigkeiten oder Fehlerquellen. Ebenso wenig wird die manuelle Prüfung berücksichtigt, das Aussehen der Kulturen verfolgt u. dgl. Größere Zahlenreihen mit 0,00 sind bei biologischen Versuchen unwahrscheinlich.

²⁾ Nach Günther sind seine an sich noch höheren Zahlen (s. die längere Eintauchzeit) deswegen so hoch, weil die Berechnung auf Splintholz erfolgt. Beim Imprägnieren von Rundhölzern, die im Durchschnitt nur 50 % lösungsaufnahmefähiges Splintholz enthalten, verringert sich dementsprechend die Aufnahme je cbm um die Hälfte.

4,2 und manchmal auch 1 % ist eine deutliche Hemmung des Pilzwachstums und der Zerstörungskraft festzustellen, wie die eingerahmten Zahlen zeigen. Die schwächste Konzentration (0,06 %) hat offenbar z. T. wieder etwas stimulierend gewirkt. In einigen Fällen ist ein deutlicher Anstieg der Gewichtsverlustzahlen von der Lösungskonzentration 0,5 % über 0,125 % bis zu 0,06 % festzustellen. Alle diese Beobachtungen deuten auf eine gewisse Diffusionswirkung der giftigen Stoffe hin, und es wird in Zukunft notwendig sein, auch bei Fichtenholzschliff als Substrat (Glasbänkchen unter jedes Klötzchen zu legen).

Was nun die imprägnierten Klötzchen und damit den eigentlichen Zweck der Versuche angeht, so zeigen die Pilze, wie üblich, ein verschiedenes Reagieren auf die einzelnen Mittel. Schon hier hebt sich *Lenzites abietina* durch geringere Empfindlichkeit heraus. Es wundert uns das nicht, da besonders nach den schönen Untersuchungen von Rabanus (1931) *Lenzites*-Arten z. B. zu den arsenunempfindlichen Pilzen zu rechnen sind¹⁾. Die weitere Feststellung von Rabanus (s. auch schon Falek, 1927), daß *Coniophora cerebella* zu den arsenempfindlichen Pilzen gehört, kommt in diesen Versuchen ebenfalls sehr deutlich zum Ausdruck. (Vgl. über dieses verschiedene Verhalten der Holzpilze allen möglichen Stoffen gegenüber auch die ausführliche Zusammenstellung von Bavendamm (2) und die späteren Ausführungen über die Arsenfrage am Schluß dieser Arbeit.)

Die Grenze der Wirksamkeit der Mittel, der mykozide Hemmungswert, liegt für Fluralsil-Extra zwischen 0,125 und 0,5 %, wenn man nur die Pilze *Polyporus caporarius* und *Coniophora cerebella* berücksichtigt. Dieser Wert stimmt gut mit dem Ergebnis der ersten Versuche (1. Mitt.) überein, obwohl diesmal das Eintauchverfahren und damals Vakuumtränkung benutzt wurde. Durch die Hinzunahme des offenbar allgemein unempfindlicheren Pilzes *Lenzites abietina* verschiebt er sich aber jetzt nach oben auf einen Wert zwischen 0,5 und 1 %, bzw. rund 2,0 und 4,2 kg Salz pro cbm Splintholz.

Für Basilit UA liegt der mykozide Hemmungswert, wenn wir wiederum zunächst nur die bisher benutzten Pilze berücksichtigen, bei 0,06–0,125 %, bzw. bei rund 0,25–0,5 kg Salz pro cbm Splintholz. Dieses Mittel ist also durch den Arsenzusatz für *P. caporarius*

¹⁾ Rabanus führt als arsenfest *Lenzites thermophila*, *L. trabea* und *L. sepiaria* auf. Nach der Abb. 11 ist aber wohl auch *L. abietina* dazuzurechnen.

und *C. cerebella* etwas giftiger geworden und übertrifft dadurch Fluralsil-Extra. Bei Berücksichtigung von *Lenzites abietina* liegt der mykozide Hemmungswert aber an der gleichen Stelle wie bei Basilit U (bei 0,5—2,0 kg/cbm), wobei allerdings noch zu prüfen wäre, ob durch Benutzung von *L. abietina* der Grenzwert für Basilit U nicht ebenfalls nach oben verschoben wird. Sollte das nicht der Fall sein, dann stellt der Arsenzusatz in pilzlicher Hinsicht keine Verbesserung des Mittels dar, und das Fortlassen von wichtigen Giftstoffen zugunsten des Arsens würde sich nur zum Nachteil ausgewirkt haben.

Ganz selbstverständlich ist m. E., daß wir bei solchen Versuchen, wie sie hier vorliegen, nicht nur die ungünstigsten Zahlen benutzen müssen, sondern daß auch die Verhältnisse, die bei dem am stärksten wirkenden Pilz gefunden werden, als Maßstab zu gelten haben. *Lenzites abietina* und andere *Lenzites*-Arten kommen doch ebenso häufig in der Natur vor wie die anderen holzeretzenden Pilze, und sie vermögen gerade z. B. auch Telegraphenstangen stark zu befallen. Nach Falck (1909) und Gäumann (1930) ist außerdem *Lenzites abietina* die durch besondere Zerstörungskraft ausgezeichnete und deshalb wichtigste *Lenzites*-Art. Hinsichtlich ihrer Zerstörungsintensität steht sie meist an erster Stelle vor *Merulius lacrymans*, *Polyporus vaporarius* und *Coniophora cerebella*.

Abschließend kann man sagen, daß das neu geprüfte Präparat Basilit UA, wenn wir zunächst von der Auslaugbarkeit absehen, gegen Pilze gut wirksam ist. Allerdings kann es wegen seines Arsengehaltes im Hause und in geschlossenen Räumen keine Verwendung finden.

Diese Giftigkeit der arsenhaltigen Mittel darf keineswegs unterschätzt werden. Nach Falck (1927) und van den Berge (1934) entwickeln nämlich Holzerstörer, ähnlich wie gewisse Schimmelpilze, Arsenwasserstoff (Trimethylarsen), ein für Mensch und Tiere ungemein giftiges Gas! Nach den Angaben von van den Berge zeichnet sich besonders *Lentinus squamosus* darin aus. Günther, der nur Falck zitiert, glaubt zwar, daß Befürchtungen unberechtigt seien, weil das in den Mitteln enthaltene Dinitrophenol das Wachstum der Schimmelpilze verhindere, er berücksichtigt aber nicht, daß ja auch schon Falck nicht nur von Schimmelpilzen, sondern auch von Holzerstörern spricht. So schreiben auch Peters und Steinherr (S. 307): „Bei der Verwendung von Hölzern, die mit Arsenverbindungen behandelt wurden, ist infolgedessen ent-

sprechende Vorsicht geboten. Man wird also diese hochwirksamen Salze vor allem für die Behandlung im Freien verbauten Holzmaterials wie Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen usw. vorsehen.¹⁾ Wegen näherer Angaben über die Giftigkeit des Arsens wird auf Kunkel (Handbuch der Toxikologie, Jena 1901) verwiesen. An anderen Stellen wird auch darauf aufmerksam gemacht, daß das Verstäuben solcher Mittel nur mit Schutzbrille und Respirator vorgenommen werden darf u. dgl. Ich finde es sehr unvorsichtig, daß Günther, ohne irgendwelche Versuche angestellt zu haben, solche verwirrenden Äußerungen veröffentlicht und z. B. zur Verwendung arsenhaltiger Mittel im Bergbau unter Tage anregt. Es fehlt außerdem der Gedanke, daß die genannten Pilze nicht nur das giftige Gas erzeugen, sondern auch damit den Bestand an Arsenverbindungen in den Mitteln, d. h. deren Schutzwirkung gefährden¹⁾.

Es könnte nun aber behauptet werden, daß die arsenhaltigen Mittel, insbesondere das geprüfte Basilit U.A., wenn sie schon nicht für die geschlossenen Räume usw. in Frage kommen, doch einer Auslaugung so energisch Widerstand leisten, daß sie deswegen eine wesentliche Verbesserung der bisher auf den Markt gekommenen Holzkonservierungsmittel darstellen und daher nicht entbehrt werden können.

Wir haben also jetzt die **Versuche mit Auslaugung** mit besonderem Interesse zu betrachten. An der Salzaufnahme hat sich, wie die oben abgedruckte Tabelle zeigt, nichts geändert. Die Zerstörung der rohen Klötzchen ist im allgemeinen besser, weil fast überall die hemmende Wirkung der hohen Konzentrationen weggefallen ist, und die Stimulation zeigt sich jetzt in den Zahlen stellenweise in umgekehrter Weise (besonders bei *Polyporusaporarius*). Die Reihenfolge der Pilze nach der Zerstörungsintensität ist die gleiche geblieben. Äußerlich ist die Zerstörung der Klötzchen bei *Lenzites abietina* jedoch immer ganz besonders stark zu sehen.

Das schon bei den Versuchen ohne Auslaugung an den imprägnierten Klötzchen bemerkte und allgemein bekannte verschiedene Verhalten der Pilze den Giftstoffen gegenüber ist bei dem einen Mittel, an dem das noch festzustellen ist, nämlich bei Basilit U.A., wieder in gleicher Weise zu beobachten. Was die Auslaugbarkeit betrifft, so ist Fluralsil-Extra tatsächlich gut aus den Klötzchen herausgegangen. Die gelegentlich in den Prospekten der Brander

¹⁾ Übrigens kann evtl. auch die spätere Verwendung ausgebauten Arsenholzes z. B. als Brennholz im Haushalt gefährlich werden (Sägestaub, feuchte Lagerung u. dgl.).

Farbwerke über Fluralsil-Extra zu findende Angabe „schwer auslaugbar“ dürfte also zu streichen sein. Nur bei *Polyporus vaporarius* sind die Werte etwas unsicher. Hier müßte gelegentlich noch einmal eine Nachprüfung stattfinden. Im ganzen sieht man aber deutlich, daß 4 % noch nicht genügen, um nach der Auslaugung das Holz vor holzzersetzenden Pilzen zu schützen¹⁾. Eine schöne Abstufung der Werte, d. h. eine allmählich immer stärker werdende Zerstörung, findet sich bei *Lenzites abietina*.

Basilit UA hat sich nun, wenn wir allein die Pilze *Coniophora cerebella* und *Polyporus vaporarius* berücksichtigen, tatsächlich gut gehalten. Der mykozide Hemmungswert ist nur deutlich nach oben verschoben, d. h. er liegt jetzt bei den Konzentrationen 0,5—1 %, bzw. bei rund 2—4 kg/cbm²⁾. Das Mittel würde also in diesem Falle besser als Basilit U wirken. Leider ist aber dieser Erfolg ein trügerischer, wie ein Blick auf die für *Lenzites abietina* gewonnenen Zahlen zeigt. Hier hat sich das Präparat, jedenfalls so weit die Zahlen reichen, nicht besser als Fluralsil-Extra erwiesen, denn auch hier genügen 4% noch nicht, um das Holz nach der Auslaugung zu schützen.

Bevor ich aus diesem bemerkenswerten Ergebnis weitere Schlüsse ziehe, muß ich jedoch noch darauf hinweisen, daß auch diese Versuche nach der für Versuche ohne Auslaugung geltenden Vorschrift und wie bei den früher mitgeteilten Untersuchungen behandelt wurden, d. h. daß zwischen der Tränkung und dem Beginn der Auslaugung eine Abtrocknungs- bzw. Lagerzeit von nur 7 Tagen liegt³⁾. Wenn diese Zeit für die bei Zimmertemperatur getrockneten kleinen Klötzchen auch ausreichend sein dürfte und sich im Rahmen der in den Prospekten der Holzimprägniermittelfirmen geforderten Lagerzeit hält, so könnte hier doch wiederum der oben schon erwähnte Einwand gemacht werden, daß diese Zeit für die beachteten chemischen Umsetzungen im Holz eben doch nicht genügt. Um dem zu begegnen, habe ich einige weitere Versuche ausgeführt, die nun den Ausschlag geben müssen.

Es wurde, wie oben schon gesagt, die Lagerzeit auf 1, 2 und 4 Monate verlängert. Da es sich nur um ein vorläufiges „Tasten“

¹⁾ Diese Angaben werden durch Günthers Untersuchungsergebnisse völlig bestätigt.

²⁾ Hier liegt die Erklärung für Günthers auffallendes Versuchsergebnis. Bei alleiniger Verwendung von *Coniophora* und einer untersten Konzentration von 0,5 % Thanalith U kommt tatsächlich ein Gewichtsverlust von 0 zustande. Das ist dann die Grundlage für Günthers weitgehende Schlüsse!

³⁾ Van den Berge benutzte ebenfalls 7 Tage.

handelte, wurde bei diesen Nebenversuchen nur mit einer, und zwar der höchsten Konzentration, gearbeitet. Wie die Tabelle zeigt, hat die verlängerte Lagerzeit bei Basilit UA in mykologischer Hinsicht keinen Einfluß ausgeübt. Eine längere Lagerung (über 4 Monate hinaus) dürfte für die Praxis nicht in Frage kommen; ebenso wenig die Verwendung höherer Konzentrationen, die vielleicht wirksam sind, aber das Präparat zu teuer gestalten (Vorschrift der I. G. Farbenindustrie A.-G. für die Praxis sind nur 2—4 %ige wässrige Lösungen!), evtl. gar nicht herzustellen sind u. dgl. Damit wurde also mit Hilfe des Pilzes *Lenzites abietina* die meines Erachtens sehr wichtige Tatsache festgestellt, daß im Hinblick auf die Auslaugbarkeit und der damit geschaffenen Möglichkeit eines Pilzbefalls der Zusatz von Arsen offenbar eine praktisch bedeutungslose Verbesserung darstellt. Da ferner, wie bereits erwähnt, das Präparat Basilit UA unter Verhältnissen, die der Auslaugung nicht unterliegen, auch bei möglicherweise guter Wirkung wegen seiner Giftigkeit nicht verwendet werden kann, muß es hiermit bei scharfer Anwendung der Klötzchenmethode voraussichtlich ganz aus der Liste der gegen holzzersetzende Pilze brauchbaren Holzimprägniermittel gestrichen werden¹⁾. Diese Dinge wird man auch bei der Prüfung anderer arsenhaltiger Mittel sehr beachten müssen, um zu keinen falschen Schlüssen zu kommen und vor Nackenschlägen bewahrt zu bleiben²⁾.

¹⁾ Die vermutlich gute Wirkung des Präparates gegen Insekten kann es m. E. nicht davor schützen. Der Einwand, daß die Prüfmethode zu scharf sei, trifft wohl nicht zu, da nicht einmal geschüttelt wurde und in der Natur (man denke z. B. auch an eine Verwendung der Mittel in den Tropen) eine wesentlich längere und oft intensivere Auslaugung stattfinden dürfte. Vielleicht sind aber die offenen Schnittflächen der Klötzchen für eine Prüfung ungünstig und entsprechen nicht den in der Praxis angetroffenen Verhältnissen. Dann wäre eine allgemeine Überprüfung der hier benutzten Methodik notwendig (vgl. auch Anm. 2).

²⁾ Wenn Herr Dr. Rabanus von der I. G. Farbenindustrie A. G., mit dem ich kürzlich zu sprechen Gelegenheit hatte, und der mir freundlicherweise einige Kurven von seinen Versuchsergebnissen zusandte, mit *Lenzites abietina* zu einem anderen, günstigeren Ergebnis gekommen ist, kann ich nach Vergleich mit den aus meinen Zahlen hergestellten Kurven zunächst nur annehmen, daß er entweder mit einem Stamm geringerer Virulenz gearbeitet hat oder durch den Gebrauch der bei Holzschliffpappe verhältnismäßig hoch über dem Nährboden befindlichen Glasbänkchen mildere, aber auch unnatürlichere Versuchsbedingungen hatte.

Jedenfalls geht aus diesen widersprechenden Versuchsergebnissen hervor, wie unzweckmäßig es ist, und wie verhängnisvoll es sein kann, wenn ein neues

Bei der schweren Verantwortung, die man bei dem Aussprechen eines solchen Urteils hat, dürfte es angebracht sein, hier noch etwas Näheres darüber mitzuteilen, was andere Forscher zu der Arsenfrage gesagt haben, und wie es überhaupt zur Verwendung dieses Stoffes gekommen ist. Nach Peters und Steinherz (1928) hat man zwar schon ziemlich frühzeitig Arsenverbindungen für den Holzschutz vorgeschlagen, sie wurden aber nur in kleinem Umfang zur Konservierung desjenigen Holzes verwendet, das gegen tierische Schädlinge (besonders Termiten) geschützt werden sollte. Zum Schutz des Holzes gegen holzerstörende Pilze wurden sie dagegen nicht gebraucht.

„Neuere Untersuchungen, die kurz vor dem Kriege im Laboratorium für Holzkonservierung der Rütgerwerke A.-G. in Angriff genommen wurden, haben gezeigt, daß entgegen der bisher herrschenden Ansicht gewisse Arsenverbindungen nicht nur sehr starke Tiergifte sind, sondern auch hinsichtlich der Wirksamkeit gegen holzerstörende Pilze zu den wirksamsten Mitteln zu rechnen sind. Die diesbezüglichen Feststellungen sind bei der späteren Nachprüfung durch Falck (s. Falck u. Michael 1926) bestätigt worden.“

Etwas weiter unten lesen wir in der Arbeit von Peters und Steinherz, daß in neueren Versuchen (wohl wieder des Holzkonservierungslaboratoriums der Rütgerswerke; der Verf.) unter Verwendung künstlicher Nährböden¹⁾ aus Malzextrakt und Agar-Agar folgende Grenzkonzentrationen gefunden wurden: völlige Wachstumshemmung für *Coniophora cerebella* bei 0,015—0,025 %, für *Polyporus vaporarius* bei 0,2 % und für *Lenzites abietina* bei 0,07 % (!) arseniger Säure. Angaben über den mykoziden Hemmungswert in Holz werden nicht gemacht. Es wird nur noch hinzugefügt, daß die Arsensäure sowie ihre Salze den holzerstörenden

Holzimprägniermittel offenbar nur nach dem Ergebnis einer Prüfstelle beurteilt und auf den Markt gebracht wird. Weiter ergibt sich die Notwendigkeit, die Methodik doch noch deutlicher und schärfer zu charakterisieren bzw. zu normen sowie der Wunsch nach einem häufigeren Meinungs- und Erfahrungsaustausch der mit solchen Prüfungen beschäftigten Stellen. So verdient u. a. die Frage der Virulenz tatsächlich eine nähere Prüfung. Es müßten m. E. die von uns ausgesuchten Teststämme in größeren Abständen daraufhin geprüft werden, ob ihre Holzerstörunqsintensität, ihre Wachstumsgeschwindigkeit u. dgl. noch die gleiche ist, wie sie anfangs ermittelt wurde. Selbstverständlich muß nun eine nochmalige Prüfung des in Rede stehenden Mittels mit Parallelreihen, einer feineren Abstufung der Lösungskonzentrationen usw. vorgenommen werden.

¹⁾ Vom Verf. gesperrt.

Pilzen gegenüber ein ganz ähnliches Verhalten zeigen (vgl. dazu auch Liese 1928).

Wenn wir diese Angaben von Peters und Steinherz näher in der Literatur verfolgen, dann wäre jetzt zunächst auf die Untersuchungen von Falek (des langjährigen Mitarbeiters der Rütgerswerke) einzugehen.

In der hauptsächlich in Frage kommenden Arbeit vom Jahre 1927 hat Falek bekanntlich in einer viel beachteten Tabelle „mykozide Wertzahlen gegen holzzerstörende Mycelien“ veröffentlicht (S. 30). In dieser Tabelle (Nr. 1) steht tatsächlich die Arsengruppe (mit Natriumarsenit an erster Stelle¹⁾. Es wird aber, was wohl später nicht genügend beachtet worden ist, in einer Anmerkung darauf hingewiesen, daß die Reihenfolge nur für Myzelangriffe und, was noch wichtiger ist, nur für *Coniophora cerebella* und verwandte Destruktionserreger (also wohl echter und Poren-Haushschwamm) Geltung hat! Der Ton ist deswegen von Falek hauptsächlich auf Myzel gelegt, weil für die Sporenkeimung gewisse Einschränkungen zu machen sind. Sodann wird allerdings mit Recht gesagt: „Auch beim Myzelbefall sind einzelne Gifte gegen bestimmte Pilzarten in besonderem Grade wirksam. So gehört *Coniophora cerebella* zu den sehr arsenempfindlichen Arten,“ aber dennoch wird fortgefahren: „Dieser Pilz ist für alles in geschlossener Nutzungslage oder in der Erdlage befindliche Holz der wichtigste Erreger, was u. a. seine Verwendung als Testpilz rechtfertigt.“

Wenn damit gemeint sein sollte, daß *Coniophora*, wie das leider tatsächlich oft der Fall gewesen und auch heute noch ist, als alleiniger Testpilz benutzt werden darf, so ist das falsch und ja auch später besonders durch Rabanus eindringlich widerlegt worden. Die Benutzung dieses einzelnen Pilzes muß zu grundlegenden Fehlern führen, und hat es, wie gleich gezeigt werden wird, tatsächlich auch getan. Ist das aber nicht gemeint, dann muß man sich doch fragen, warum diese mit so wesentlichen Einschränkungen versehene Tabelle überhaupt aufgestellt worden ist. Sie kann nur verwirrend

¹⁾ Es ist zu beachten, daß jetzt in der Tabelle die mykoziden Hemmungswerte für Holz gelten. Agarwerte und Holzwerte scheinen aber nicht stark voneinander abzuweichen (*Coniophora* in Agar nach Peters und Steinherz 0,015 bis 0,025 % für arsenige Säure, in Holz nach Falek 0,01–0,05 % für Natriumarsenit), was auch Rabanus später für arsenige Säure bestätigte (s. Kurven in Abb. 4). Liese fand 1928 für *Coniophora* in Agar 0,01 % arsenige Säure und 0,03 % (Arsensäure). Curtin (1927) gibt für *Fomes annosus* in Agar 0,025 % Natriumarsenit an.

wirken. Dies um so mehr, als schließlich die weitere, ganz besonders wichtige Einschränkung gemacht wird, „daß die mitgeteilten Wertzahlen unmittelbar nur für das in geschlossenen Nutzungslagen befindliche Holz zutreffen, wo die Einflüsse der Atmosphäre ganz ausgeschaltet sind.“ D. h. also, daß die Frage der Auslaugbarkeit, die die ganze Reihenfolge umwerfen könnte, noch nicht berücksichtigt ist. Daher auch der Satz: „Für das in offener Nutzungslage befindliche Holz, z. B. Masten und Schwellen, wird eine besondere Tabelle bearbeitet.“ Es ist mir nicht bekannt, ob und wo eine solche Tabelle erschienen ist. Daß die Giftigkeit der Arsenverbindungen, die gerade für „geschlossene Nutzungslagen“ (Falck rechnet z. B. Keller dazu, S. 13) von besonderer Bedeutung ist, an dieser Stelle überhaupt nicht erwähnt wird, scheint mir ein weiterer Mangel der wertenden Tabelle zu sein.

Erst später, bei der Besprechung der einzelnen Chemikaliengruppen, wird von Falck darauf hingewiesen, daß die Verwendung der Arsenverbindungen wegen der durch Schimmelpilze und sogar durch Holzzerstörer daraus erzeugten giftigen Gase im Hause nicht zulässig ist. Warum dann aber anschließend daran von Falck gesagt wird, daß er das arsenigsaure Natron mit Rücksicht auf Preis und Wirkung für eines der wichtigsten Schutzmittel des technisch gebrauchten Holzes hält, ist bei Nichtvorliegen von Auslaugversuchen ebenso unverständlich wie der Nachsatz, der nur von der im Hinblick auf die Erzeugung von Arsenwasserstoff wohl nicht so schädlichen Wirkung der Schimmelpilze in der freien Luft spricht, aber die Holzzerstörer ganz außer acht läßt.

Daß die Frage der Auslaugbarkeit der Arsensalze noch nicht genügend geklärt war, geht endlich auch aus den Schlußäußerungen Falcks hervor. Er schreibt: „Als Hauptergebnis meiner Prüfungen und Vergleiche komme ich zu dem Schluß, daß nur zwei Elementarstoffe als Holzschutzmittel im wesentlichen in Frage kommen: Fluor und Arsen, und zwar in ihren wichtigsten Vertretern, dem Natriumfluorid und dem Natriumarsenit, für die gegen eine Auslaugung geschützte Nutzungslage¹⁾. Es bleibt dann nur noch die Aufgabe zu lösen für die offene Nutzungslage brauchbare, gegen Auswaschung widerstandsfähige Stoffe zur Anwendung zu bringen. Durch die letzten Arbeiten hat sich der Weg als gangbar und aussichtsreich gezeigt die Säuren des Fluors

¹⁾ Vom Verf. gesperrt.

und Arsens mit solchen basischen Farbstoffen zu vereinigen, die das Holz echt anfärben und damit die genannten Säuren für Wasser unlöslich an das Holz zu binden. In den holzzersetzenden Sekreten der Pilzfäden und den Verdauungssäften der tierischen Holzzerstörer sind diese Verbindungen angreifbar bzw. löslich und damit wirksam. Der Ausbau dieser letztgenannten, von mir schon seit Jahren ins Auge gefaßten Richtung dürfte für die künftige Periode der Holzschutzbehandlung erfolversprechend sein."

Nach diesen Äußerungen Falcks ist es mir nicht ganz verständlich, wie Peters und Steinherz die Arsenverbindungen schlechthin zur Verwendung im Freien empfehlen können. Auch konnte die Imprägniermittelindustrie offenbar Falcks Vorschlägen nicht in allen Stücken folgen. So mußte sie z. B. aus chemischen Gründen für ihre Salzmischungen das nach Falck weniger wirksame Natriumarseniat (z. B. im Thanalith) an Stelle von Natriumarsenit verwenden, die basischen Farbstoffe waren vermutlich zu teuer u. dgl.

Ebenfalls im Jahre 1927 veröffentlichte Curtin interessante Versuche mit Kupfer- und Zink-Arsenverbindungen. Nach einem scharfen, 10 Monate dauernden, Auslaugeprozeß im Freien zeigte es sich, daß mit dem patentierten Zinkmetaarsenit getränkte Klötzchen keinen meßbaren Verlust daran aufwiesen. Auch Kupferacetoarsenit und Kupferarsenit hielten sich sehr gut. Die mykologische Prüfung (noch nach alten, überholten Methoden) erfolgte leider nur mit dem einen, von den Amerikanern unrichtigerweise gerne benutzten Pilz *Fomes annosus* (= *Trametes radiciperda*). Wie aus den Untersuchungen von Rabanus (1931) hervorgeht, ist aber *Fomes annosus* arsenempfindlich, und nach Kamesam (s. u.) verhält er sich etwa ebenso wie *Coniophora cerebella*! Curtin spricht übrigens deutlich die Meinung aus, daß es die schwachen Säuren, die die holzzerstörenden Pilze zu erzeugen vermögen, sind, die die im Holz unlöslich gewordenen Verbindungen in Lösung und damit zu ihrer toxischen Wirkung bringen.

Merkwürdigerweise wurden bei einer Nachprüfung der Curtin'schen Angaben durch Wolman und Pflug¹⁾ ganz andere Zahlen gefunden (Auslaugbarkeit von Zinkmetaarsenit nach scharfer La-

¹⁾ Fortschritte auf dem Gebiete der Holzimprägnierung mit wasserlöslichen Salzen. Mitt. aus dem Labor. f. Holzkonserv. der Rütgerswerke A.G. bzw. der Grubenholzimprägnierung G. m. b. H. in Berlin vom 16. März 1931. Nicht im Druck erschienen. (Vgl. auch Ind. und Eng. Chem. 1929.)

boratoriumsprüfung rund 80 %¹⁾, von Tanalith U dagegen nur rund 37 %), und es stellten sich auch sonst verschiedene chemische Schwierigkeiten heraus. Neue Untersuchungen im Anschluß an Curtin führten dann zu dem Präparat Thanalith U (bzw. durch Patentaustausch Basilit UA), das sich in idealer Weise im Holz in schwer oder gar nicht lösliche Stoffe verwandeln soll, ohne seine fungiziden oder insektiziden Eigenschaften zu verlieren. Die mykologische Prüfung mit *Coniophora cerebella* und *Polyporus raporarius* nach Auslaugung in Schüttelmaschinen soll ganz im Gegensatz zu Zinkmetaarsenit eine vollkommene Unangreifbarkeit der Holzklötzchen ergeben haben. Zahlen und die genaue Angabe der Pilzstämmen fehlen allerdings, und von *Lenzites abietina*, der für die Prüfung der Mittel empfohlen wird, ist im Text nichts mitgeteilt.

Liese erhielt 1928 mit der Röhrenmethode, also auf Agar, große Unterschiede im Verhalten der beiden Pilze *Coniophora cerebella* und *Polyporus raporarius* Arsenverbindungen gegenüber. So verträgt der Porenhausschwamm auf Malzextraktagar etwa das Zehnfache derjenigen Konzentration, die zur Hemmung des *Coniophora*-Wachstums erforderlich ist²⁾. Versuche mit Holz werden angekündigt. Es sollen sich dabei die gleichen Unterschiede gezeigt haben. *Lenzites*-Arten wurden nicht benutzt.

Nach Rabanus (1931), der oben schon in diesem Zusammenhang erwähnt wurde, sind Agar-Werte und Holz-Werte für arsenige Säure ähnlich wie bei Natriumfluorid (im Gegensatz aber zu Chlorzink, Sublimat u. dgl.) praktisch ziemlich gleich (vgl. Abb. 4). Die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Pilze gegen arsenige Säure ist aber ganz besonders verschieden. Während sich Fluornatrium und Natriumbichromat gegen die verschiedenen Holzzerstörer sehr gleichmäßig verhalten, betragen die Schwankungen bei Kupfersulfat schon das 10fache, bei Sublimat das 15fache und bei arseniger Säure sogar das 30fache! Es wird also mit Recht darauf hingewiesen, daß es unbedingt erforderlich ist, bei der Prüfung eines Holzkonservierungsmittels eine ganze Reihe von Pilzen zu benutzen. Welche Pilze arsenempfindlich und welche arsenfest sind, ist schon früher (S. 26) mitgeteilt worden. Nach den schönen Kurven, die Rabanus gibt (Abb. 4 u. 11) müßte der im Text im Gegensatz zu anderen

¹⁾ Popham und Kamesam fanden nach kurzer Auslaugung bei ZMA 37 %!

²⁾ Zahlen über *Coniophora* finden sich oben S. 32.

Lenzites-Arten nicht als arsenfest genannte *Lenzites abietina* in Kiefernholz arseniger Säure gegenüber empfindlicher sein als *Polyporus vaporarius*, was mit meinen Versuchen, bei denen allerdings ganz andere Stoffe und Stoffmischungen vorliegen, nicht übereinstimmt. Auf Agar scheinen sich nach der Kurve (Abb. 4) *Lenzites abietina* und *Polyporus vaporarius* dagegen gleich zu verhalten.

Ein Schüler Falcks, Kamesam (1933), hat nun nach dem Studium der neuen Klötzchen-Kolleschalen-Methode in Deutschland weitere Versuche mit arsenhaltigen Imprägniermitteln in Indien ausgeführt, die aber leider keinen Fortschritt gebracht haben. Er benutzte für eine kleinere Anzahl von Untersuchungen bewußt drei verschiedene Pilze, *Coniophora cerebella* (einen Pilz, der nach ihm empfindlich ist und daher bei den meisten Imprägniermitteln die geringste Dosis erfordert), *Lenzites thermophila* (einen Pilz, der im Gegensatz zu *Coniophora* meist die größte Menge der Holzschutzmittel erfordert) und *Fomes annosus* = *Trametes radiciperda* (zum Vergleich mit den amerikanischen Untersuchungen). *Coniophora* und *Lenzites* werden als die beiden Extreme bezeichnet, die eine Arbeit mit vielen anderen Pilzen unnötig machen. Trotz dieser Vorbemerkungen wird aber nicht nur nicht auf das in einer Tabelle wiedergegebene wichtige Ergebnis weiter eingegangen, sondern es werden sogar, ohne daß Auslaugeversuche mit anschließender mykologischer Prüfung unternommen wurden, die arsenhaltigen Mittel außerordentlich gelobt.

In Wirklichkeit wurde aber nur folgendes gefunden: Grenzkonzentration in Kiefernholzklötzchen für Arsentrioxyd bei *Coniophora cerebella* 0,006 ‰, bei *Lenzites thermophila* 0,2 ‰ (!) und *Fomes annosus* 0,006 ‰. Für Zinkmetaarsenit bei *C. c.* 0,006 ‰, bei *L. th.* 0,4 ‰ (!) und bei *F. a.* 0,006 ‰. Arsensaures Neugrün, Thanalith U und viele andere, auch arsenhaltige, Mittel wurden nur mit *Coniophora* geprüft. Auf den großen Unterschied zwischen *Lenzites* und den beiden anderen sich etwa gleich verhaltenden Pilzen, auf den ich durch die Anbringung der Ausrufungszeichen hingewiesen habe, und der für die Auslaugung Bedeutung haben könnte, wird nicht hingewiesen. Bei der Auslaugung (mit Schüttelmaschinen) wurden dann nur chemische Untersuchungen (Analysen) der Waschwässer ausgeführt und danach die Wirksamkeit der Auslaugung festgestellt. Es ergab sich bei der Prüfung zahlreicher Mittel, unter denen sich auch Thanalith U und zahlreiche Chrom- und Arsenverbindungen befanden, daß viele arsenhaltige Mittel

sehr gut abschnitten, d. h. schwer oder gar nicht auslaugbar waren. „Natürlich“ übertraf ein neues von Kamesam patentiertes Mittel „Falkamesam“ (Arsenpentoxyd oder Natriumarseniat und Kaliumdichromat), dessen mykozider Hemmungswert nur mit *Coniophora* geprüft wurde, alle anderen Mittel auch in der Auslaugung. (Vgl. auch Popham und Kamesam 1932.) Daß aber mit chemischen Auslaugeversuchen noch längst nicht alles getan ist, wird weiter unten erläutert werden.

Auf diesem schwachen Grunde, den er selbst noch nicht als sehr fest ansieht, da er häufig von vorläufigen und noch nicht ausreichenden Ergebnissen im Laboratorium spricht, die der Nachprüfung und der Kritik offen stünden, baut nun Kamesam, ganz nach dem Muster seines Lehrers Falck, am Schluß seiner Arbeit in verschiedenen Tabellen wiederum Wertzahlen auf, die hinfällig und sogar irreführend sind, da nur die Giftigkeit gegen *Coniophora cerebella*, nur die chemischen Ergebnisse der Auslaugung usw. berücksichtigt, die Giftigkeit des Arsens für Mensch und Tier und anderes aber vernachlässigt wird¹⁾.

Es wäre jetzt eine neuere Arbeit von Liese (1936) zu erwähnen, der, ähnlich wie Gäumann (1930), ohne Mitteilung genauer Versuchszahlen nur ganz allgemein angibt, daß unter den neuen Holzimprägniermitteln nach seinen Feststellungen besonders die arsenhaltigen wegen der Bildung von Chromarseniat als schwer auslaugbar zu bezeichnen seien, und daß die Reichspost nach Winnig 1927 bis 1930 recht befriedigende Versuche mit solchen Mitteln, z. B. mit Thanalith, gemacht hätte. Allerdings fügt er hinzu, daß die Mittel nicht völlig unauswaschbar seien, und daß unbedingt die nötigen Salzmengen (d. h. nicht zu geringe) benutzt werden müssen, da sonst unter Umständen durch Stimulationsvorgänge die Tätigkeit holzerstörender Pilze geradezu beschleunigt werden könnte. Veröffentlichungen von Liese über die angeführten Versuche habe ich leider nicht gefunden. Es wäre sehr interessant, sie einzusehen und festzustellen, mit welchen Pilzen sie angestellt wurden u. dgl. Die Versuche der Reichspost beziehen sich doch vermutlich hauptsächlich auf die technischen Möglichkeiten der Imprägnierung; die Frage der Gebrauchsdauer imprägnierten Holzes kann ja noch wegen der Kürze der Zeit nicht beantwortet sein.

¹⁾ Es ist wohl kaum anzunehmen, daß das kürzlich im Holzmarkt (1937, 54. Nr. 23) mit überschwenglichen Worten gelobte neue indische Holzkonservierungsmittel „Ascu“ (offenbar eine Arsen-Kupfer-Verbindung) etwas grundlegend Neues darstellt und einer genaueren und besseren Prüfung unterzogen wurde.

Zum besseren Verständnis der chemischen Fragen sei hier eingeschaltet, daß die Imprägniermittelfirmen seit etwa 5 Jahren zu den Fluor-Dinitrophenol-Präparaten patentierte Schutzstoffe hinzufügen, damit die Mittel nicht mehr Eisen anzugreifen in der Lage sind. Die meist benutzten chromsauren und arsensauren Alkalien sollen nun bei der Umsetzung (Reduktion) der Salzmische im Holz unlösliche Verbindungen (Chromkryolith, Chromarsenat) bilden, die von der Holzfaser fixiert werden sollen. Damit wurden also die Mittel unauslaugbar werden, und sie erhielten daher die Zusatzbezeichnung „U“ bzw. „UA“.

Wenn wir jetzt die neueste Arbeit auf diesem Gebiet betrachten, die mehrfach zitierte Doktorarbeit von Günther, so sehen wir leider, daß die Literatur, aus der man hätte lernen können, teils nicht verarbeitet, teils gar nicht bekannt ist, und daß wir daher wieder die gleichen Fehler haben und keinen Schritt weiter gekommen sind. So schreibt Günther (S. 72): „Als Testpilz wurde *Coniophora cerebella*, Stamm Idaweiche, angewandt. Leider war es nicht möglich, die mit *Polyporus* und *Leucites* angesetzten Pilzversuche zu Ende zu führen, da der Verfasser durch den plötzlichen Tod seines Vaters auf die Farm nach Südafrika zurückgerufen wurde. Die unter Verwendung von *Coniophora cerebella* erhaltenen Werte bieten aber auch allein genügend Vergleichswerte zur Abschätzung der einzelnen Imprägniersalze.“ Hier zeigt sich eine verhängnisvolle Unkenntnis der Biologie der holzerstörenden Pilze, und aus meinen Ausführungen geht wohl zur Genüge hervor, daß die im letzten Satz ausgesprochene Meinung Günthers grundfalsch ist. Alle in der Dissertation ausgesprochenen günstigen Urteile über die fungizide Wirkung des arsenhaltigen Präparates Thanalith U sind dadurch mit einem großen Fragezeichen zu versehen und bedürfen der Nachprüfung mit anderen Pilzen, wenn man nicht gleich die hier an Basalt UA gefundenen Ergebnisse auf das identische Thanalith U übertragen will. Daß *Coniophora* auch nach der Auslaugung der Klötzchen keine Holzerstörung ausführen kann, beweist noch nichts, sondern zeigt nur, genau wie in früheren und in meinen Versuchen, die Arsenempfindlichkeit dieses Pilzes¹⁾. Hätte Günther die Versuche mit den anderen Pilzen auch nur versucht, noch teilweise auszuwerten, dann wären ihm wohl sicher Bedenken gekommen. Auch die Angabe, daß nach den chemischen Untersuchungen die Auslaugbarkeit von Thanalith U nur 20 % beträgt, sagt uns, worauf schon Netzsck

¹⁾ Vgl. auch Anm. 2 auf S. 29.

hinweist, für die praktische Brauchbarkeit des Mittels noch nichts. Es kann doch immerhin so viel ausgelaugt worden sein, daß arsenunempfindliche Pilze das Holz zu befallen vermögen, oder es sind vielleicht doch, ähnlich wie beim Kupfersulfat, das durch karbonathaltiges Wasser unlöslich gemacht und damit entgiftet wird, Umsetzungen im Holz eingetreten, die die Mittel bzw. das Arsen unwirksam gemacht haben. Es ist bedauerlich, daß solche unzulänglichen Versuche die Grundlage abgeben für folgenschwere Urteile, und die Arbeit, die auch sonst zu manchen Beanstandungen Anlaß gibt, ist ein Musterbeispiel dafür, wie es nicht gemacht werden soll¹⁾.

Das ist alles, was ich in der Literatur über die Arsenfrage gefunden habe. Überblicken wir die Ergebnisse, so spricht wohl nichts gegen meine Versuchsergebnisse, im Gegenteil, sie werden jetzt erst recht verständlich. Ich kann also meine in der 1. Mitteilung (S. 140) in Anlehnung an andere Forscher ausgesprochene Meinung, daß der Zusatz von Arsen eine praktisch brauchbare Verbesserung der bisherigen Holzschutzmittel darstellt, auf Grund eigener Untersuchungen nicht aufrechterhalten. Entweder wird, wie schon angedeutet, doch noch genügend wirksame Substanz aus dem Holz ausgelaugt, so daß arsenunempfindliche Pilze (vielleicht sogar unter Stimulationsercheinungen) ihr Zerstörungswerk beginnen können, oder die chemischen Umsetzungen im Holz führen zu unwirksamen oder so wenig wirksamen Verbindungen, daß ebenfalls ein Pilzbefall des Holzes möglich ist. Es besteht auch die Möglichkeit, daß die Pilze nicht genügend oder nicht die richtigen Säuren ausscheiden, die zur Lösung der Chemikalien notwendig sind. Genaues wissen wir (trotz Curtin u. a.) ja leider darüber noch nicht.

¹⁾ Wenn solche Arbeiten sogar im Buchhandel erscheinen, dann kann man sich nicht wundern, wenn Holzschutzmittelfirmen ähnlich oberflächlich arbeiten und damit evtl. in der Lage sind, staatliche u. a. Stellen in falscher Weise zu informieren. So zeigte mir kürzlich der Vertreter einer Holzimprägniermittelfirma freudestrahlend die sehr günstigen Ergebnisse, die ein von der Firma hergestelltes arsenhaltiges Mittel bei Verwendung von *Coniophora cerebella* als Testpilz ergeben hatte. Die Firma mußte sich sagen lassen, daß diese Versuche mit einem arsenempfindlichen Pilz nicht beweiskräftig sind, und daß erst Versuche z. B. mit *Lenzites abietina*, einem arsenfesten Pilz, ausgeführt werden müßten, um dem Mittel die Bezeichnung „gegen Holzpilze gut brauchbar“ zu verleihen. Solche Versuche wurden sofort angesetzt, sie müssen aber noch längere Zeit laufen, bis das Ergebnis zu erkennen ist. Vielleicht müssen dann auch alle Hoffnungen, die man ursprünglich auf das Mittel gesetzt hat, begraben werden. Vgl. auch meine im gleichen Heft dieser Zeitschrift S. 1 erschienenen Ausführungen „Vierjahresplan und Holzschutz“.

Daß bei meinen Versuchen keine Zufallswerte vorliegen, zeigt die bemerkenswerte Tatsache, daß auch bei weiteren Nebenversuchen mit *Lenzites abietina* stets die gleichen Ergebnisse erzielt wurden¹⁾. Diese Nebenversuche betreffen die Verlängerung der Auslaugzeit und die Art des Auswaschmittels. Die Zahlen finden sich ebenfalls in der Tabelle. Danach haben 6 Wochen Auslaugung etwas stärker gewirkt als 5 Wochen. Bei einem Vergleich der Zahlen der fünfwöchentlichen Auslaugung mit denen der vierwöchentlichen ergibt sich aber kein sehr wesentlicher Unterschied. Das destillierte Wasser scheint etwas stärker auszuwaschen als das Leitungswasser, was vielleicht auf den stärkeren Kalkgehalt des Leitungswassers zurückzuführen ist, der eine gewisse Fixierung der Fluor- und Arsenverbindungen bewirken könnte.

Zusammenfassend kann man sagen: es muß nicht nur wiederum davor gewarnt werden, bei der mykologischen Prüfung von Holzkonservierungsmitteln lediglich einen oder wenige Testpilze zu verwenden, sondern es sind auch gegen Gifte möglichst unempfindliche Pilze zu wählen. Ein solcher Pilz scheint z. B. *Lenzites abietina* zu sein. Diese Forderung gilt besonders bei der Prüfung von bestimmten Stoffen, wie z. B. Arsen, bei denen die Eigenart der Pilze gegen sie empfindlich oder unempfindlich zu sein, zu berücksichtigen ist. Der unempfindlichste Pilz unter den Testpilzen des Versuches hat natürlich den Maßstab für die Güte bzw. Wirksamkeit des Mittels abzugeben.

Das Vorkommen arsenunempfindlicher Pilze stellt den Wert des im Hinblick auf die angebliche Unauslaugbarkeit als großen Vorteil dargestellten Arsenzusatzes zu den im Handel befindlichen Holzimprägnierungsmitteln in Frage. Das praktisch genau so wie Thanalith U zusammengesetzte Präparat Basilit UA der I. G. Farbenindustrie A.-G., das ohne Berücksichtigung der Auslaugbarkeit möglicherweise eine (allerdings wegen der Giftigkeit praktisch nicht zu verwertende) Verbesserung der bisher bekannten Mittel dieser Art bedeutet, kann jedenfalls nach der in mykologischer Hinsicht ungünstig ausgefallenen Prüfung auf Auslaugbarkeit und bei Anwendung eines scharfen Maßstabs zunächst

¹⁾ Die ganze Unterseite der auf der Pilzkultur liegenden Klötzchen ist völlig zermorscht, was mit 4a zu bezeichnen war. Die Gewichtsverlustzahlen, die auch, wie in anderen Fällen, mit 0 hätten bezeichnet werden können, würden die Verhältnisse gar nicht deutlich gekennzeichnet haben. Also ein Vorteil der manuellen Prüfung, auf den schon oben hingewiesen wurde!

nicht mehr zu den gegen holzzersetzende Pilze gut wirksamen Stoffen gerechnet werden.

Schriftenverzeichnis

1. Bavendamm, W., Aus der Praxis der mykologischen Holzschutzmittelprüfung. 1. Mitteilung. Angew. Bot., 1936, **18**, 132—141.
2. —, Erkennen, Nachweis und Kultur der holzverfärbenden und holzzersetzenden Pilze. Abderhaldens Handb. d. biol. Arbeitsm. 1936, Abt. XII, Teil 2, 927—1134; 47 Textabb. (Lief. 457).
3. —, Vierjahresplan und Holzschutz. Angew. Bot., 1937, **19**, 1—18.
4. Berge, J vanden, Beoordeeling van de waarde van fungicide stoffen voor houtconserveering. Diss. Delft, 1934, 185 S.
5. Curtin, L. P., Experiments in wood preservation. II. Arsenites of copper and zinc. Ind. and Eng. Chem. 1927, **19**, 993—999.
6. —, Experiments in wood preservation. V. Weathering tests on treated wood. Ebenda, S. 1340—1343.
7. Engels, W., Die Holztränkung im Bergbau. Diss. Clausthal 1928, 12 S. (s. auch „Glückauf“ 1928, Heft 44).
8. Falck, R., Die *Lenzites*-Fäule des Coniferenholzes. Hausschwammforschungen. Jena, 3. Heft, 1909, 234 S.
9. — u. Michael, S., Die Bedeutung des Sublimats als Holzimprägnationsmittel. Zeitschr. f. angew. Chemie, 1926, **39**, 186—193.
10. —, Sechs Merkblätter zur Holzschutzfrage. Hausschwammforschungen. Jena, 8. Heft, 1927, 71 S.
11. Gäumann, E., Untersuchungen über den Einfluß der Fällungszeit auf die Eigenschaften des Fichten- und Tannenholzes. II. Teil. Der Einfluß der Fällungszeit auf die Dauerhaftigkeit des Fichten- und Tannenholzes. Beih. Zeitschr. Schweiz. Forstver. Nr. 6, 1930, 155 S.
12. —, Tagesfragen der Mastenimprägnierung. Schweizer. Zeitschr. f. Forstwesen, 1935, 1—26.
13. Günther, O., Der Holzschutz und seine Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft. Diss. Berlin 1936, 90 S. (Verlag W. Knapp, Halle a. S.).
14. Kamesam, S., Testing and selection of commercial wood preservatives. Forest Bull. Nr. 81, 1933, 40 S. Forest Research Institute Dehra Dun (Indien).
15. Liese, J., Verhalten holzzerstörender Pilze gegenüber verschiedenen Holzarten und Giftstoffen. Angew. Bot., 1928, **10**, 156—170.
16. —, Nowak, Peters, Rabanus, Toximetrische Bestimmung von Holzkonservierungsmitteln. Beih. Zeitschr. Ver. Deutsch. Chem., Nr. 11, Verlag Chemie, Berlin 1935.
17. —, Der heutige Stand der Holzkonservierung von Schwellen und Masten. Mitt. d. Fachaussch. f. Holzfragen b. Verein Deutsch. Ing. u. Deutsch. Forstverein 1936, Heft 15, 17 S.
18. Netzsch, J., Die Bedeutung der Fluorverbindungen für die Holzkonservierung. Diss. München 1909, 1923. (Zusammenfassung s. auch in Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch., 1910, **8**, 377—389.).
19. Peters, F. u. Steinherz, D., Die Konservierung des Holzes. In: Mahlke-Troschel, Handb. d. Holzkonservierung. Berlin (J. Springer), 1928, 156 bis 319.

20. Pfeiffer, J. Ph., De houtsoorten van Suriname. Deel 2, Kon. Ver. Kolon. Inst. Amsterdam Mededeel. Nr. 22, 1927, 244 S.
21. Popham, F. J. u. Kamesam, S., A new wood preservative — the „Falkamesam“ process. Indian Forester 1932, 58, 191—195.
22. Rabanus, A., Die toximetrische Prüfung von Holzkonservierungsmitteln. Angew. Bot., 1931, 13, 352—371.

Anhang

Es sei hier kurz darauf hingewiesen, daß die farb- und geruchlosen Holzschutz-Salzgemische gut zur Konservierung von Pilzfruchtkörpern der Holzerstörer (Konsolen der Löcherpilze, Hutpilze u. dgl.) und von durch solche Pilze zerstörtem Holz benutzt werden können. Der Verfasser hat z. B. mit dem farblosen Fluralsil-Extra bei der Herstellung von Sammlungsobjekten ausgezeichnete Erfolge gehabt. Die Farbe der Objekte veränderte sich nicht, und selbst schwammige Fruchtkörper konnten nach vorhergehender Trocknung ganz in der natürlichen Form konserviert werden. Das neu herausgekommene Fluralsil-Arsen wird im Hinblick auf die tierischen Schädlinge vielleicht noch besser sein.

Zur Geographie und Geschichte der Hirsen.

(Zur Geographie und Geschichte der Kulturpflanzen und Haustiere.
XIII)¹⁾.

Von

E. Werth.

Einleitung: Was ist Hirse? Auf diese Frage suchen wir im Schrifttum vergeblich nach einer befriedigenden Antwort. Nicht einmal darüber herrscht bei den deutschen Sprachkennern eine Einigkeit, ob unserer Pflanze das männliche oder weibliche grammatische Geschlecht zukommt. Üblicher scheint die Hirse zu sein.

¹⁾ Vgl. I. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1929, S. 608ff.; II. in Sitzungsber. d. Ges. Naturf. Freunde 1929, S. 342ff.; III. ebenda, 1930, S. 264ff.; IV. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1930, S. 504ff.; V. in „Wein und Rebe“, 13. Jahrg., Heft 1; VI. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1932, S. 539ff.; VII. in Sitzungsber. d. Ges. Naturf. Freunde 1932, S. 445; VIII. ebenda, S. 447ff.; IX. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1933, S. 301ff.; X. ebenda, S. 501ff.; XI. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1934, S. 619ff.; XII. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1936, S. 621ff.

Ich schreibe so im folgenden sowohl für die Einzahl (Plural: Hirsen) wie auch in der Bedeutung als allgemeiner Gattungsbegriff. Wenn es noch vielfach in Nachschlagewerken heißt: „Hirse (*Panicum*), Pflanzengattung aus der Familie der Gräser“, so ist doch damit noch lange nicht das umfaßt, was wir unter den Begriff Hirse zusammenzubringen pflegen.

Wenn so nicht in der Gattung *Panicum*, so läßt sich doch ein gut Teil dessen, was wir alles als Hirse bezeichnen wenigstens in der Unterfamilie der Paniceae zusammenbringen. Aber auch dann bleibt noch vieles außerhalb, was den Paniceae nicht näher steht als irgendeiner anderen Gruppe der Gräser oder auch einer unserer anderen Getreidegattungen. Die hier als Hirse zu behandelnden Getreidearten gehören botanisch folgenden Gattungen und Unterfamilien der Gramineen (Gräser) an (Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien II, 2).

Unterfamilie Andropogoneae, Gattung *Andropogon* (*Andropogon sorghum*, die *Sorghum*- oder Mohrenhirse).

Unterfamilie Paniceae, Gattung *Panicum* (*Panicum miliaceum*, die Rispenhirse, *P. sanguinale*, die Bluthirse, *P. crus galli*, die Hühnerhirse, mit den Varietäten *frumentaceum* und *colonum*, *P. miliare*, *Setaria italica*, die Kolbenhirse, *Paspalum scrobiculatum* [= *frumentaceum*], *P. erile*, *Pennisetum typhoideum*, die Negerhirse).

Unterfamilie Chlorideae, Gattung *Eleusine* (*Eleusine coracana*, die Fingerhirse).

Unterfamilie Festuceae, Gattung *Eragrostis* (*Eragrostis abyssinica*, der Tef).

Außerdem sollen hier noch — weil sie sonst schwer anzuschließen sind — 2 Körnerfrüchte von geringerer Verbreitung mitbehandelt werden.

Unterfamilie Maydeae, Gattung *Coix* (*Coix lacrima Jobi*, die Hiobsträne).

Unterfamilie Phalarideae, Gattung *Phalaris* (*Phalaris canariensis*, das Kanariengras).

Greifen wir hiernach unsere Frage: Was ist Hirse? wieder auf, so läßt sich nur sagen: Alles Getreide, was nicht Weizen, Gerste, Roggen und Hafer ist. Gemeinsam ist den Hirsen übrigens, daß ihre „Körner“ entweder sehr klein oder kurz und rundlich sind; das ist immerhin ein Merkmal, das sie morphologisch von unseren anderen Getreidearten unterscheidet. Daß man aber so die den verschiedensten Unterfamilien angehörenden Körnerfrüchte alle unter dem

Sammelnamen „Hirse“ zusammenfaßt, ist um so schwerer verständlich, als die Bezeichnungen für Hirse in den verschiedenen Sprachen ganz verschiedenen Stämmen angehören (vgl. weiter unten bei den einzelnen Arten). Nur in den germanischen Ländern klingen die entsprechenden Worte an unsere Hirse an.

Daß es bei diesem weit umfassenden Gattungsbegriff Hirse naturgemäß sehr schwer ist, nach den Schrifttumsangaben die einzelnen Arten auseinanderzuhalten, leuchtet ein. Das gilt ganz besonders auch für die fremdländischen (tropischen) Hirsen, wo die betreffenden Autoren offenbar meist nicht einmal eine Vorstellung von den bezeichneten Objekten selbst haben. Nur so kann es kommen, daß z. B. in einem unserer besten und verbreitetsten Werke über Völkerkunde recht guten und klaren Abbildungen der tropischen Hirsen ganz falsche Namen zugefügt sind, was in der Hand von Nichtbotanikern die Verwirrung natürlich nur fördern kann.

Großen Wert glaubte ich in meinen Ausführungen ganz besonders auf diese tropischen Hirsen legen zu müssen, da einmal sie es sind, denen heute die größte volks- wie weltwirtschaftliche Bedeutung zukommt, und zum anderen gerade diese Formen uns wertvolle kulturhistorische Ausblicke gewähren. Überhaupt scheint es mir, daß man in der Geschichte der Kulturpflanzen noch viel zu wenig die großen kulturgeschichtlichen Züge und ethnographischen Zusammenhänge beachtet und mit in Betracht zieht. Auch Kulturpflanzen sind Kulturgüter, so gut wie Hausformen, keramische Erzeugnisse, soziale Einrichtungen usw. Und es ist ein Erfahrungssatz, daß Kulturgüter niemals für sich allein wandern bzw. sich ausbreiten, sondern daß sie in größerem Zusammenhang, das heißt eben als „Kultur“ verschoben werden („Kulturkreislehre“). Man wird damit endlich bei Betrachtungen ähnlich den vorliegenden nicht mehr außer acht lassen dürfen, daß der Pflanzenbau keine technische Errungenschaft, sondern ein Glied innerhalb einer bestimmten Kulturform darstellt. Es ist damit selbstverständlich, daß die Geschichte der Kulturpflanzen nicht nur Botaniker angeht, sondern auch bei den verschiedensten anderen Wissenschaftsfächern Interesse erheischen muß. Aus diesem Grunde habe ich mich auch bemüht, mich in meinen Ausführungen möglichst allgemeinverständlich auszudrücken und rein fachwissenschaftliche Bezeichnungen und Erörterungen auf ein möglichst geringes Maß zu beschränken.

Rispen- und Kolbenhirse, *Panicum miliaceum* L. und *Setaria italica* Beauv. Die erstere auch Echte Rispenhirse genannt, die zweite unter verschiedenen wissenschaftlichen Namen: *Panicum italicum* L., *Setaria italica* Beauv., *Pennisetum italicum* R. Br. angeführt. Die Körner der beiden Arten sind durch die Spelzen zu unterscheiden, die bei der Rispenhirse hoch glänzend, bei der Kolbenhirse aber matt sind. Schwieriger sind entspelzte Körner auseinander zu halten. Sie sind bei *italica* mehr länglich, mit schmalere und höher reichendem Embryo (etwa $\frac{2}{3}$ der Fruchtlänge — bei *miliaceum* nur etwa bis zur Mitte der Kornlänge) (1). Becker-Dillingen (2) gibt folgende Größen für die Scheinfrüchte (von den Hüllspelzen umschlossene Körner), an: $3 \times 2,15$ mm für *miliaceum* und $2,5 \times 1,5$ mm für *italica*; doch schwanken die Größen und auch die Formen nicht unerheblich.

Varietäten werden bei der Rispenhirse nach der Form der Rispe unterschieden: Flatterhirse (var. *effusum* Al.), Klumphirse (var. *contractum* Al.) und Dickhirse (var. *compactum* Kcke.). Bei der Kolbenhirse ist die Varietät *Panicum germanicum* Rothe (*Setaria germanica* B. P.), der „Mohar“ wichtig. Dieser widersteht der Dürre und ist daher eine nützliche Futterpflanze in Ungarn, der Ukraine usw. Von anderer Seite wird diese Form allerdings als Varietät der wilden *Setaria viridis* (siehe weiter unten) aufgefaßt.

Hackel (3) möchte das Vaterland unserer Rispenhirse in Ostindien sehen, „wo sie wie auch in China und Japan noch jetzt stark kultiviert wird. In Südrußland, Rumänien wird sie viel, im übrigen Europa nur hin und wieder angebaut“. Eine als wilde Stammform in Betracht kommende Pflanze ist für die Rispenhirse nicht bekannt¹⁾. Dagegen gilt allgemein die wilde *Setaria viridis* (L.) P. B. als Stammart unserer Kolbenhirse. *S. italica* unterscheidet sich von ihr „nur durch größere Rispe („Kolben“), dickere und größere, bei der Reife nicht abfallende Ährchen“ (Hackel, a. a. O.). Auch die mikroskopische Untersuchung ergab Netolitzky (a. a. O.) eine Bestätigung der sehr nahen Verwandtschaft beider Formen durch das „nahezu identische Kieselskelett der Spelzen“. Nach Hegi (4) ist *Setaria viridis* über fast ganz Europa (im Norden fehlend), Sibirien, Ostasien und Nordafrika verbreitet und ihre var. *maior*

¹⁾ Allerdings hat Netolitzky (a. a. O.) darauf hingewiesen, daß nach dem Aschenskelettbild der Spelzenzellen die Ableitung der Rispenhirse von *Panicum trypteron* Schult. „durchaus möglich“ sei, „wozu die auf anderem Wege vermutete zentralasiatische Heimat von *P. miliaceum* passen würde“.

(Gaud.) — von höherem, kräftigerem Wuchs, hier und da auf fettem Boden — „bildet den Übergang zu *S. italica*“, die nach ihm damit eine „durch Kultur entstandene kräftige Unterart“ von *S. viridis* ist. Wir haben also eine fortlaufende Reihe: *Setaria viridis* (L. P. B. — *Set. virid.* var. *major* (Gaud.) — *Set. italica* Beauv. var. *germanica* Rothe (= *moharia* Ait.) — *Set. ital.* var. *maxima* Ait.



Abb. A. Fortlaufende Reihe der Kolbenhirse von der Wildform (*Setaria viridis*, ganz links) über *Set. virid.* var. *major* (zweite Pflanze von links) und dem Mohar (Futterpflanze, *Set. italica* var. *germanica*, ganz rechts) zur Kolbenhirse als Körnerfrucht (*Set. ital.* var. *maxima*, dritte Pflanze von links).

die Kolbenhirse als Körnerfrucht (siehe Abb. A). Während Körnicke (5) die Heimat unserer Hirsen in den nördlich an Indien angrenzenden Ländern sucht, meint Becker-Dillingen (S. 570), daß beide Arten aus dem Südosten stammen. Er vermerkt als auffallendste Tatsache „daß die Hirse die Nahrung der Urbevölkerung

in verschiedenen Ländern vor Auftauchen der Indogermanen war.“ So in Indien, in Griechenland (Funde aus minoischer Zeit), bei Iberern, Illyrern, und verweist ganz besonders auf den sprachlichen Zusammenhang zwischen dem griechischen *μελίνη* (*melínä*), lateinischen *milium* und *molere* = mahlen, zwischen *panicum* und *panis* = Brot. „Es ist dies ein sehr deutlicher Hinweis auf eine außerordentlich alte Kultur der Hirse.“ Dieser Schlußfolgerung geht bei ihm eine nähere Begründung als „Geschichte der Hirse“ voraus, auf die hier verwiesen sei, ebenso wegen der Sprachvergleiche auf J. Hoops: Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum (Straßburg 1905). Uns interessieren hier im einzelnen nur die jeweils ältesten Funde der betreffenden Länder.

In Europa ist die Hirse bereits für die Jungsteinzeit durch eine Reihe von Funden belegt, für die namentlich Netolitzky (6) einen größeren Beitrag geliefert hat (vgl. auch unsere Karte I). Es gehören dahin: Robenhausen (Schweiz) für *Setaria italica*, Langendorf bei Weißenfels (Saale), Lützelstetten (Bodensee), Möringen (Bieler See, Schweiz), Wauwiler See (Schweiz), Wangen (Schweiz), Casale bei Viadana am Po (Oberitalien), Isola Virginia im Varese-See (Oberitalien), Kölesd bei Tolna (Ungarn), Ripač (Bosnien), zwei Megalithgräber in Schonen und Bohuslän (Schweden — Hoops, a. a. O., S. 309) für *P. miliaceum*, Mondsee (Oberösterreich), Coucoutei bei Jassy (Rumänien), Lengyel, Comitat Tolna (Ungarn), Aggtelek, Gömörer Comitat (Ungarn) und ein Fund aus der Gegend von Kijew am Dnjepr für Hirse allgemein (ohne Angabe der Art). (Literaturhinweise dazu siehe bei Becker-Dillingen, a. a. O., S. 565, 567 und 568—569.)

Im alten und ältesten Ägypten fehlten unsere Hirsen (siehe unter *Panicum crus galli* weiter unten) und werden dort selbst in der Gegenwart kaum gebaut (Hoops a. a. O., S. 326). Dagegen fand Andrae (7) in einem jungassyrischen Terracottasarkophag unter anderen Speiseresten auch „Hirsekörner“. In China gehören beide Hirsen (*shu* = Rispenhirse und *ku* = Kolbenhirse) zu den Nährpflanzen, die (nach dem Historiker Szema Ts'ien, um 100 v. Chr.) Shen-nung (um 2700 v. Chr.) aussät. „Heute werden bei den entsprechenden Zeremonien Reis, Weizen, Mohrrhirse, Kolbenhirse und Soja gesät.“ Auch findet heute noch Hirsebrod als Opfergabe Verwendung (Becker-Dillingen, S. 565). In Griechenland ist Hirse (*P. miliaceum*) aus minoisch-mykenischer „oder noch früherer“ Zeit bekannt (Tschuntas, zitiert nach Becker-

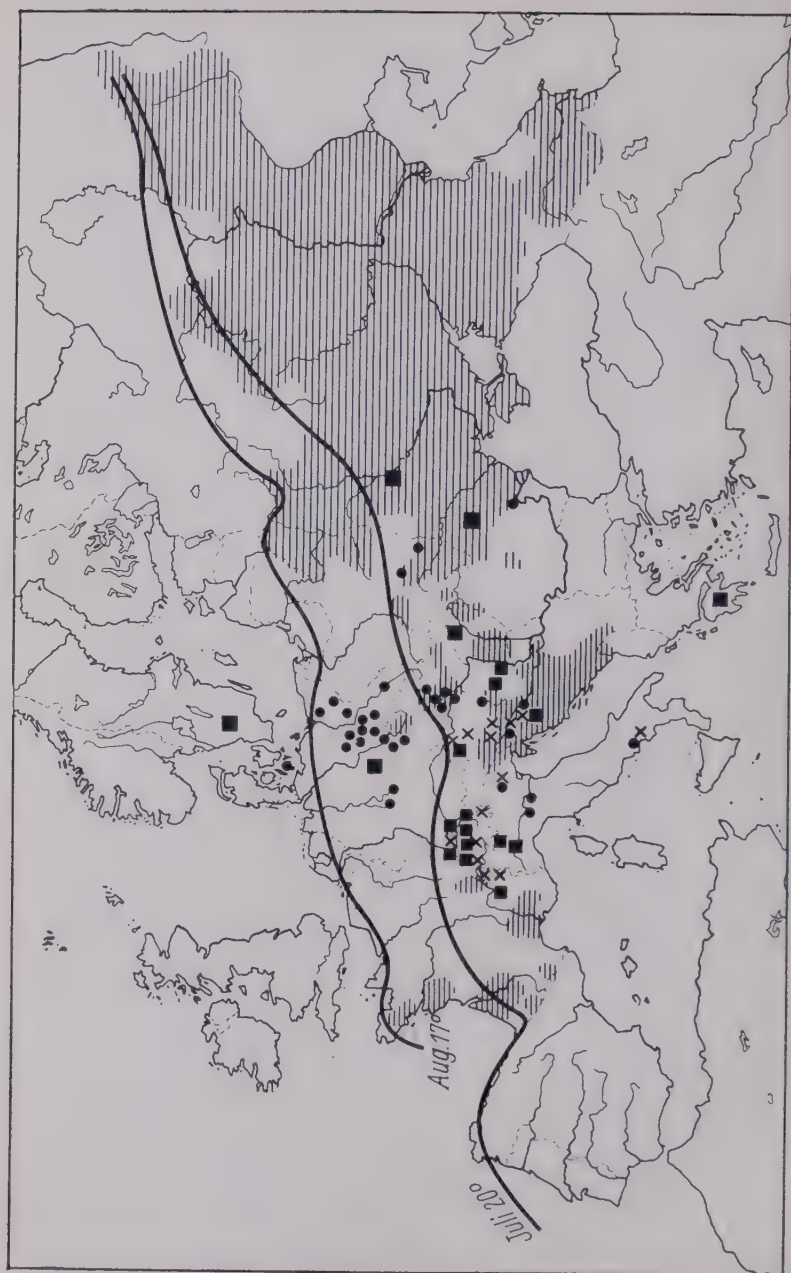


Abb. I. Erklärung siehe nebenstehend.

Dillingen). Im übrigen sei auf unsere Karte I verwiesen, wo noch weitere Funde eingetragen sind. Es ist aus ihr auch zu ersehen, daß Kolbenhirse in Europa nur eine sehr beschränkte Verbreitung gehabt hat. Sie kommt im Alpengebiet (Pfahlbauten) zusammen mit der Rispenhirse vor, geht bis auf die Balkanhalbinsel und auch nach Italien (Pompeji), kommt dagegen nordwärts nicht über die Donau hinaus. Die Karte deutet ferner an, daß die prähistorischen Hirsefunde in Europa fast lückenlos durch die Bronze- und Eisenzeit bis in die historische Periode hereinreichen. Dennoch wird man Becker-Dillingen recht geben müssen, wenn er — gegenüber zahlreichen anders lautenden Angaben der Literatur — betont, daß die Hirse bei uns keineswegs zu den allerältesten Kulturpflanzen zählt, wie sie denn auch bisher vor allem aus dem Mesolithikum (Campignien) noch nicht hat nachgewiesen werden können. Außerdem haben offensichtlich die Hirsen bei uns zu allen Zeiten an Bedeutung gegenüber den anderen Getreidearten zurückgestanden.

Das Hauptanbaugebiet der Hirsen findet sich heute in Nordchina, in Zentralasien (Kirgisien, Turkestan, Transkaukasien, Mingrelieu, Imeretien, Gurien), Südrußland vom Kaspischen See bis zur Donaumündung. „Überall nimmt hier die Hirse die erste Stelle unter den Getreidearten ein.“ In großen Teilen Nordchinas ist Kolbenhirse heute noch wichtiger als die anderen Getreidearten, auch wie der Reis (Becker-Dillingen, a. a. O., S. 565). Nach Wagner (8) werden „unsere“ Hirsen in ganz China, vornehmlich aber im Norden angebaut, wobei der von *P. miliaceum* nur in beschränktem Umfange geschieht. Auch für die Mandschurei ist die Hirse wichtig; ebenso baut Korea viel Kolbenhirse. In Japan wird nach Fesca (9) *Panicum italicum* (= awa) vorwiegend im Süden und in der Mitte des Landes und *P. miliaceum* (= kibi) in Mitteljapan angebaut. In Indien dürften unsere beiden Hirsen kaum von Bedeutung sein; es herrschen hier andere Hirsearten (siehe weiter

Abb. I. Hirse in Europa. Waagerecht schraffiert: Hirse (einschließlich *Sorghum*) 1% und mehr der Getreidefläche (nach Engelbrecht: Die Landbauzonen der außertropischen Länder; III. Teil, Atlas, Berlin 1899, Nr. 9). Schwarze Quadrate: Hirse im Neolithikum (nach Netolitzky u. a. — alles *Panicum miliaceum* bis auf Möringen, wo nach N. diese und *Setaria italica*, sowie Robenhausen, wo nach Becker-Dillingen *Setaria italica* gefunden wurde). Schwarze (runde) Punkte: Rispenhirse in der Bronzezeit und später. Liegende Kreuze: Kolbenhirse ebenso (nach Netolitzky u. a. [für Römhild, Zantoch und Nieder-Neundorf]).

unten)¹⁾. In Vorderasien spielt die Rispenhirse als Sommerfrucht in der dort üblichen Fruchtfolge (Dreifelderwirtschaft) immerhin eine gewisse Rolle. So in Mesopotamien (eigene Feststellungen); in Anatolien wird sie im Norden, in der Übergangszone zwischen dem Maisgürtel am Schwarzen Meer und dem eigentlichen Hochland gebaut (Prof. K. O. Müller mündlich). „In Persien fand Marco Polo im 13. Jahrhundert viel Hirse beiderlei Art“ (Hoops, S. 326). Auch heute werden beide Hirsen in Nordostpersien noch viel gebaut (Bender). Nach Vavilov (Bull. of applied Bot. XVI, 1926) sind in Afghanistan, Persien und Türkei Anbau und Variation der gewöhnlichen Hirse unbedeutend. Für Europa kommen als heutige Hirseanbauggebiete (nach Becker-Dillingen, a. a. O., S. 571) die folgenden in Betracht. Für Deutschland: Niederbayern, Schlesien, Bezirk Frankfurt a. O.; Österreich: Krain und angrenzende Teile von Steiermark und Kärnten sowie Dalmatien (in weiter Verbreitung); Ungarische Tiefebene; Rumänien; Bulgarien; Jugoslawien; Tschechoslowakei; Rußland wurde schon genannt; Polen; schließlich Oberitalien und Frankreich (unbedeutend). Der Rückgang des Hirsebaues wird im wesentlichen auf den aufkommenden Maisbau in südlichen und den zunehmenden Kartoffelbau in nördlichen Gegenden zurückgeführt, wie auch heute in Rußland der Mais die Hirse abzudrängen beginnt (Becker-Dillingen; vgl. auch F. Merken-schlager: Verschiebung alter Kulturpflanzenreiche in der Gegenwart. „Tropenpflanzer“, 36. Jahrgang, 1933, S. 150 ff.). Im übrigen sei wieder auf unsere Karte I verwiesen, wo die heutigen Hirsegebiete in Europa nach Engelbrecht (9a) wiedergegeben sind²⁾. Hier ist auch zu sehen, daß die Nordgrenze des Hirsebaues in Europa ungefähr durch die Augustisotherme von 17° C bestimmt wird, während die Grenze ausgedehnteren Anbaues mit der Juliwärme-linie von 20° C übereinfließt. Da die Hirse kurzlebig ist (90 bis

¹⁾ Wenn immer wieder darauf hingewiesen wird, daß es Sanskritnamen für unsere Hirsen gibt und daß bezeichnenderweise der arischen Gerste (Yavas) die Hirse (Kaṇṇus) als Speise der nicht indogermanischen barbarischen Urbewohner gegenübergestellt wird (Hoops, a. a. O., S. 324), so wäre doch wohl heute eine botanische Nachprüfung darüber nötig, um welche von den vielen indischen Hirsearten es sich bei dem betreffenden Namen wirklich handelt.

²⁾ Eine andere, sehr genaue Kartendarstellung (in 8 Abstufungen in Prozenten der Anbaufläche) über den Hirseanbau für das Gebiet des europäischen Rußland findet man bei N. N. Kuleschow und N. S. Solubzow in „Landbau der U. S. S. R.“, Leningrad und Moskau 1933, Bd. I, Teil 2 (Karte S. 258). Ebenda auch für asiatisches Rußland (Karte S. 259).

100 Tage), so kommen — bei genügender Sommerwärme — auch rauhere Lagen noch in Betracht. Die Kolbenhirse ist allerdings anspruchsvoller. Im einzelnen sei zu der Karte noch folgendes gesagt: Die das Hauptareal nach Norden abschließende Juli-isotherme von 20° und die, auch die äußersten Vorposten und kleinsten Gebiete mit unter 1 % Hirsebau umfassende August-isotherme von 17° (Reifegrenze) liegen im kontinentalen Osten (Ural) dicht zusammen. Sie divergieren aber nach Westen derart, daß sie z. B. — abgesehen von je einem schmalen Streifen ganz im Norden und im Süden — ganz Deutschland zwischen sich nehmen. Weiterhin verläuft die 17° -Augustisotherme der Küste Nordwestfrankreichs entlang, während die andere Isotherme die Nordküste Spaniens erfaßt. Früher reichte der Anbau aber weiter: bis Dänemark und Südschweden. Aus dem ozeanischen England sind dagegen auch frühere Funde nicht bekannt geworden (J. Percival: Wheat in Great-Britain, Leighton, 1934). Die Beschränkung der Kolbenhirse auf den Süden (südlich der Donau) wurde schon erwähnt; hinzuzufügen ist aber noch, daß ihre Stammart *Setaria viridis* bis Südostnorwegen, Mittelschweden und Südwestfinnland vorkommt.

Um schließlich auf die Abstammung und das Entstehungszentrum der Kultur „unserer“ Hirsen zurückzukommen, so ist hier durch die neueren russischen Arbeiten eine vertiefte Grundlage geschaffen worden. Dennoch erscheint in bezug auf das Mannigfaltigkeitszentrum der beiden gewöhnlichen Hirsearten Vavilovs Stellungnahme nicht ganz klar (10). Schiemann (11) faßt sie so auf: Das Mannigfaltigkeitszentrum für beide Arten findet sich in wesentlich dem gleichen Gebiet: Zentralasien und Ostasien (Mongolei, Mandschurei, China, Japan); das von *P. italicum* ist etwas weiter westlich vorgeschoben: über Buchara und Turkestan bis Afghanistan und Persien, während das von *P. miliaceum* nur bis Ostturkestan und Buchara reicht. Das wäre fast das ganze Asien, soweit es von Ackerbauvölkern bewohnt wird. Die großen Gebiete reinen oder fast reinen Hirtennomadentums dürften ohnehin nicht in Betracht kommen. Mit einem Mannigfaltigkeitszentrum solchen Umfanges dürfte unserer Erkenntnis kaum gedient sein. Nun hat aber später Vavilov (1931) die Vorstellung eines Ursprungsgebietes von Kulturpflanzen in Zentralasien, auf Grund neuer Untersuchungen in diesen Gebieten, zumal auch für unsere Hirsearten ganz fallen gelassen und sich eindeutig dahin ausgesprochen, daß das Mannigfaltigkeitszentrum beider Hirsen in Ostasien liegt,

wobei das von *P. miliaceum* mehr kontinental, das von *P. italicum* mehr nach der ozeanischen Lage (mildere Winter, vergleiche Europa) tendiert. So kommen wir eindeutig auf Vavilovs Kulturpflanzen-Ausgangszentrum II. Eine als Stammform in Betracht kommende Wildpflanze ist für die Rispenhirse nicht bekannt¹⁾. Für die Kolbenhirse haben wir eine solche in *Setaria viridis* erkannt, dessen Verbreitungsareal (nach Hegi, Bd. I) auch Ostasien mit umfaßt.

Nehmen wir also das bezeichnete Kulturpflanzen-Ausgangszentrum II von Vavilov²⁾ als Ursprungsgebiet auch der Kultur „unserer“ Hirsen an, so zeigen uns die weiteren Untersuchungen Vavilovs und seiner Mitarbeiter in bezug auf die Mannigfaltigkeit der Formen dieser Pflanzen ein deutliches Gefälle der Variationsbreite über Ost- und Westturkestan gegen Westen und damit den Weg an, den die Hirsekultur von Ostasien nach Europa genommen haben muß. Die stark nördliche Lage dieses Weges macht es verständlich, daß unsere Hirsen, wenigstens in früher Zeit (Neolithikum usw.) südwärts nicht über das Mittelmeer gelangt sind (vgl. Karte I). Sie fehlen im frühen Ägypten, und ebenso dürften sie in Nordwestafrika keine Rolle gespielt haben, da die Guanchen der Kanarischen Inseln, die uns in ihrem insularen Rückzugsgebiet ein mehr oder weniger getreues Bild der steinzeitlichen berberischen Landbaukultur überliefert haben, die Hirsen nicht besaßen. „Die Hirse, die sonst in der alten Welt mit dem Hackbau, auch in dem der älteren europäischen Pfahlbauer, verbunden ist, fehlt merkwürdigerweise“, sagt H. Meyer (12). Und an anderer Stelle findet derselbe, daß — außer der Hirse — bei den Guanden nichts fehlt. „was zum Bild eines neolithischen Volkes gehört.“ Diese Stellungnahme ist verständlich zu einer Zeit, als man mit de Candolle die Hirse (*P. miliaceum*) in Ägypten beheimatet sein ließ. Das Fehlen unserer Hirsen in Nordafrika paßt hingegen ausgezeichnet zu dem Bilde, was wir uns nunmehr (im Vorigen) von der Urheimat und Ausbreitung der Hirsekultur gemacht haben (Abb. III).

Am nächsten zu dieser Auffassung ist von den älteren Autoren wohl Hoops gekommen (a. a. O., S. 325, 26). Das eigentliche Zentrum der Hirsekultur ist nach ihm das Gebiet, das sich in breitem Gürtel von Nordchina durch Zentralasien nach Südrußland er-

¹⁾ Siehe Fußnote S. 45.

²⁾ N. Vavilov: Studies on the origin of cultivated plants. Bull. of applied Bot., Vol. XVI, 1926, S. 139ff (Karte Fig. 7 auf S. 134 des russ. Textes).

streckt. „Und da die Hirse“, sagt er weiter, „auch in den europäischen Mittelmeerländern nie zu höherer Bedeutung gekommen ist, so ist es wahrscheinlich, daß sie nach Mittel- und Nordeuropa nicht von Süden her gelangte, sondern daß sich ihre Kultur in ostwestlicher Richtung direkt aus Asien über beide Ufer des Schwarzen Meeres nach Europa ausbreitete.“

Schrifttum.

1. Werth, E., Kultur- und andere Pflanzenreste aus einer früheisenzeitlichen Burgwallsiedlung der Oberlausitz. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. LII, 1934, S. 619ff.
2. Becker-Dillingen, J., Handbuch des Getreidebaues. Berlin 1927.
3. Hackel, Die Gräser, in Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. II, Teil 2, 1887.
4. Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München 1906, Bd. I.
5. Körnicke, F., Die Arten und Varietäten des Getreides. Berlin 1885.
6. Netolitzky, F., Hirse aus antiken Funden. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Bd. 123, Abt. I, 2. Halbband, Heft VI, S. 725ff.
7. Andrae, Mitteilungen der Deutschen Orientgesellschaft, Nr. 31, S. 10.
8. Wagner, W., Die chinesische Landwirtschaft. Berlin 1926, S. 280ff.
9. Fesca, M., Zur Kenntnis der japanischen Landwirtschaft. Berlin 1899 (II. Teil), S. 157ff.
- 9a. Engelbrecht, Th. H., Die Landbauzonen der außertropischen Länder. Berlin 1899.
10. Vavilov, N., Geographische Genzentren unserer Kulturpflanzen. Zeitschr. f. induktive Abstammungs- u. Vererbgs., Supplement I, 1928, S. 342ff.
—, The role of Central-Asia in the origin of cultivated plants. Bull. of applied Botany, Vol. XXVI, 1931, S. 31—44.
11. Schieman, E., Entstehung der Kulturpflanzen. Bd. III, von E. Baur und M. Hartmann: Handb. d. Vererbungswissenschaft. Berlin 1932.
12. Meyer, H., Über die Urbewohner der Canarischen Inseln. Festschrift für A. Bastian. Berlin 1896.

Bluthirse, Blutfennich, *Panicum sanguinale* L. (*Digitaria sanguinalis* Scop., *Paspalum sanguinale* Lam., *Dactylon sanguinale* Vill., *Syntherisma vulgare* Schrad.). Der Name Bluthirse rührt von der roten bis violetten Färbung der ganzen Pflanze her. In Niederösterreich heißt die Pflanze nach der fingerförmigen Anordnung der Rispen: Teufelspratz'n.

„Die kultivierte Form der Bluthirse unterscheidet sich durch nichts von der wilden Pflanze Auch die Scheinfrüchte scheinen im wilden Zustande nicht weniger fest zu sitzen wie bei der Kultur.“ Diese völlige Gleichheit mit der wilden Stammform spricht nach

Körnicke dafür, daß diese Hirse eine der jüngsten Getreidearten ist. Sie geht als wilde Pflanze nicht weit nach Norden; in Norddeutschland, z. B. Pommern, tritt sie vereinzelt auf, ebenso in der Provinz Preußen. Sie fehlt in Skandinavien und geht über das mittlere Rußland nicht hinaus. Nach F. Hermann (Flora von Deutschland und Fennoskandinavien, Leipzig 1912, S. 52) ist die Pflanze als Ackerunkraut zerstreut in Deutschland und Polen bis Grodno, sonst verschleppt. In den warmen, tropischen Gegenden ist sie sehr verbreitet. In Böhmen wird oder wurde die Pflanze noch vor kurzem im östlichen Elbegebiet auf Sandboden häufig gebaut. Weiter erstreckte sich ihr Anbau wohl noch über Steiermark, Kärnten und Krain nordwärts bis in die deutsche Lausitz¹⁾. Die Früchte werden zu Grütze und Suppen verwendet. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika spielt die Bluthirse als Futterpflanze („Crab grass“) eine Rolle (Hackel, in Engler-Prantl: II, 2).

„Wir sehen,“ sagt Körnicke weiter, „daß die Bluthirse in Gegenden mit früherer oder noch jetzt slawischer Bevölkerung gebaut wurde und wird. Es ist daher wahrscheinlich, daß sie von Slawen zuerst in Kultur genommen wurde. Dies konnten nur solche Stämme sein, welche mehr im Süden saßen, da sie als wilde Pflanze nicht weit nach Norden geht. Sie dürfte also zuerst innerhalb der eisleithanischen österreichischen Staaten ein Gegenstand des Anbaues gewesen sein.“ Die Bluthirse wird zuerst von Matthioli im 16. Jahrhundert erwähnt²⁾.

„In der Tat“, sagt Becker-Dillingen³⁾, „muß die Bluthirse in der Gelbreife geschnitten werden, da die Körner sehr leicht ausfallen. Der Drusch erfolgt sofort und dann erst wird das Stroh, das für Fütterungszwecke ausgezeichnet ist, getrocknet. Die Früchte enthüllt man in Stampfen und kocht sie mit Wasser oder Milch zu Brei. Diese ganze Ernteweise hat etwas uraltväterliches an sich. So mußten in alter Zeit alle Getreidepflanzen behandelt werden, als sie noch Sammelpflanzen waren, als sie noch nicht die wichtigste

¹⁾ Nach G. Hegi (Illustrierte Flora, von Mitteleuropa, München 1906, Bd. I) wird die Pflanze heute noch z. B. in Böhmen, Oberlausitz, Untersteiermark angebaut.

²⁾ Körnicke, F., Die Arten und Varietäten des Getreides. Berlin 1885, S. 279 ff.

³⁾ Becker-Dillingen, J., Handbuch des Getreidebaues, Berlin 1927, S. 581 ff.

Eigenschaft erlangt hatten, die Eigenschaft des zähen Zusammenhaltens von Frucht und Ähre bis über die Totreife hinaus.“ Das scheint auch mir eher zutreffend zu sein als die Ansicht Körnickes, daß es sich um eine sehr junge Kulturpflanze handle. Offenbar liegt hier eine uralte, von anderen Getreidearten später überflügelte, Kulturpflanze vor. Dafür spricht vor allem auch ihre Enthüllung im Mörser, eine Methode, die in den warmen Zentralgebieten des Getreidebaues allgemein üblich ist. Daß sie erst so spät in unseren Gesichtskreis getreten ist, liegt wohl daran, daß sie schon während unseres Mittelalters nur noch eine lokale Rolle gespielt hat. So sagt denn auch Becker-Dillingen weiter: „Die Bluthirse scheint eine alte Sammelfrucht der Slawen zu sein. . . . Die Kultur war namentlich in Südslawien, doch auch in Böhmen und bei den Wenden so eingebürgert, daß sie nicht auf eine Neueinführung oder auf eine Kulturpflanze „von gestern“ zurückgeführt werden kann. Daß die ersten Nachrichten erst aus dem 16. Jahrhundert stammen, darf hier nicht als allzu schwerwiegend aufgefaßt werden. Außerdem spricht ja Matthiolus (1561), der uns erste Kunde gibt, schon von einem ausgedehnten Anbau. Jener gibt neben einer guten Abbildung auch eine genaue Beschreibung, und sagt, daß die Pflanze in Böhmen, bei Görz und in Krain angebaut würde, „sie wachse zwar in diesen Ländern auch wild, doch werde sie wegen des angenehmen Geschmacks als Kulturpflanze gezogen.“ Nach Kühn (bei Becker-Dillingen, S. 583) wurde in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts die Bluthirse in der Oberlausitz und um Kohlfurt und Görlitz in Schlesien noch angebaut, in Kohlfurt sogar noch im Jahre 1894.

„Wenn man dies zusammenfaßt,“ sagt dann Becker-Dillingen zum Schluß, „so findet man, daß der Anbau des Mannagrases [Bluthirse] gewisse Beziehungen zum slawischen Volksstamme, der ja noch heute zum großen Teil Breiesser ist, hat. So ist z. B. Krause der Ansicht, daß die Pflanze typisch für die Wenden sei und sich mit ihnen verbreitet habe. Ascherson nennt sie eine Kulturpflanze der Südslawen [Dinarische Rasse!]. Wir werden also mit der Ansicht nicht fehlgehen, daß das Mannagras eine sehr alte Sammelfrucht und in älteren Zeiten auch eine Kulturpflanze dieser Völker war. Die Verbreitung geschah wohl von Südosten aus [!], wie wahrscheinlich die eigentliche Kultur des Mannagrases auch im heutigen Jugoslawien bis herein nach Österreich und Ungarn zu suchen sein dürfte.“

Der Schwerpunkt seiner Kultur bzw. seiner Benutzung liegt also — von uns aus gesehen — im Südosten. Und da sich die Pflanze wild über die warmen und heißen Gürtel beider Erdhälften, stellenweise als lästiges Unkraut findet (Becker, a. a. O.), in Deutschland aber schon seltener ist, und seine Nordgrenze (als spontane Pflanze) in Schleswig-Holstein und dem südlichen Baltikum hat, so liegt es bei der nahen Verwandtschaft mit der folgenden Art (Hühnerhirse) außerordentlich nahe, den Schwerpunkt ihrer ehemaligen Kultur noch weiter im Südosten (als im heutigen Jugoslawien — Dinarische Rasse) irgendwo im Gebiete der großen indogermanischen Völkerbrücke der vorderasiatisch-dinarischen Gesamtrasse zu suchen und damit einen Anschluß an die Kultur der (indischen) Hühnerhirse (s. unten) zu vermuten. (Nach dem Bearbeiter der Hirsen in Meyers Lexikon stammt die Bluthirse „wahrscheinlich aus Indien“.)

Kulturvarietäten sind von der Bluthirse nicht bekannt. Die Kulturform wird als besondere Varietät: *sativum* von Tausch oder *esulentum* Hag. abgetrennt. Das ist jedoch nach Körnicke unzulässig, da keine Unterschiede zwischen der kultivierten und der wilden Pflanze bestehen.

Hühner-Hirse. *Panicum crus galli* L. (*Echinochloa crus galli* B. P., *Oplismenus crus galli* Kunth) und Verwandte. Dieses gemeine Ackerunkraut kommt nicht nur im gemäßigten Europa vor, sondern ist über die gemäßigten und wärmeren Zonen beider Erdhälften besonders in deren nördlichem Anteil verbreitet. Die Pflanze kommt so auch über die ganzen Tropen auf Kulturland fast überall vor. Auch wird sie als Futtergras gebaut¹⁾. Sie wird sowohl in Afrika wie in Indien „in etwas modifizierter Varietät auch als Getreidepflanze hin und wieder kultiviert“²⁾.

Nach Hackel (S. 35) ist es die Varietät *P. frumentaceum* Roxb., die in Indien — als „poor mans millet“ (K. Heyne a. a. O.) — der Früchte wegen gebaut wird. Eine andere Varietät oder Unterart von *P. crus galli* ist *P. colonum* L., mit wehrlosen Hüllspelzen und braungebänderten Blättern, das ebenfalls die wärmeren Gebiete der ganzen Erde (auch noch in Spanien und

¹⁾ Hackel, Die Gräser, in Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. II, Teil 2, 1887, S. 35. — Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München 1906, Bd. I, S. 189.

²⁾ Leeke, P., Untersuchung über Abstammung und Heimat der Negerhirse. Zeitschr. f. Naturwissenschaften, Bd. 79, 1907, S. 3.

im südlichen Italien) bewohnt (Hegi, Bd. I, S. 190) und (nach Flora U.R.S.S. — siehe Fußnote 6) ebenfalls nicht selten, besonders in Indien, angebaut wird. Die Früchte von *P. colonum* wurden von Netolitzky¹⁾ im Darm ägyptischer Mumien der prähistorischen (vordynastischen) Zeit (jüngere Steinzeit) nachgewiesen, während heute diese Art nur mehr als Unkraut in Ägypten vorkommt²⁾. Nach Netolitzky kann allerdings *Panicum frumentaceum* keine Kulturvarietät von *P. crus galli* sein. Und auch Hackel vertritt später (bei Netolitzky, S. 7) dieselbe Auffassung. Dagegen stehen sich *P. frumentaceum* und *P. colonum* sehr nahe, müssen aber nach Netolitzky wegen verschiedenen Spelzenbaues dennoch zu verschiedenen Arten gerechnet werden. Übereinstimmend mit *Panicum crus galli* ist nach Netolitzky aber eine in Japan kultivierte *Panicum*-Form. Nach Fesca³⁾ wird hier, hauptsächlich in Mittel- und Nordjapan (in Fruchtfolge mit Hauf) unter dem Namen *Hie Panicum crus galli* gebaut. Es steht unter den Hirsen hier an zweiter Stelle (nach *P. italicum*). Ebenso wird in China nach Wagner⁴⁾ *Panicum crus galli* angebaut; und zwar, wie es auch in Japan der Fall ist, vielfach auf Reisland als Ersatz für zugrundegegangenen Reis. Im Ussurigebiet (Mandschurei) wird *P. crus galli* var. *frumentaceum* hauptsächlich von Koreanern angebaut (oft wichtigstes Nahrungsmittel)⁵⁾. Man darf daraus wohl schließen, daß auch in Korea selbst diese Pflanze ein wichtiges Anbaugewächs ist. In Holländisch Indien wird *P. crus galli* zum Aufziehen von Geflügel verwendet und auch wohl von Kindern gegessen (Heyne: a. a. O., S. 217).

Leider gibt Leeke (s. oben) nicht an, wo *Panicum crus galli* in Afrika als Getreidepflanze⁶⁾ kultiviert wird. Aber das Wenige,

¹⁾ Netolitzky, F., Hirse und Cyperus aus dem prähistorischen Ägypten. Beihefte zum Botanischen Zentralblatt, Bd. 29, 1912, Abt. II, S. 1—11.

²⁾ Nach K. Heyne (De nuttige Planten van Nederlandsch Indië, Batavia 1927) wird diese Form als Körnerfrucht heute in Englisch-Indien — besonders im Punjab — gezogen („shama“).

³⁾ Fesca, M., Zur Kenntnis der japanischen Landwirtschaft. Berlin 1890, S. 175.

⁴⁾ Wagner, W., Die chinesische Landwirtschaft. Berlin 1926.

⁵⁾ Komarov, V. L., Flora U.R.S.S., Gramineen von R. J. Roschevic u. a.

⁶⁾ W. Busse traf in der Nähe der Ludjende-Mündung (in den Rufiji) „auch das in Deutsch-Ostafrika wenig kultivierte *Panicum colonum* an, Chindumba genannt. Die Chindumba wird sowohl gegessen wie auch zur Pombe- [Bier-] Bereitung verwendet.“ — W. Busse: Forschungsreise durch den südlichen Teil von Deutsch-Ostafrika. Beihefte zum Tropenpflanzer, Bd. III, Nr. 3, 1902. Nach H. L. Hammerstein wird im Hinterland von Togo und Kamerun gelegentlich

was wir über diese Art und ihre Subspezies oder Varietäten oder nahverwandten Arten, die offenbar in den verschiedenen Ländern sich gegenseitig ersetzt haben, als Kulturpflanzen wissen, berechtigt doch vielleicht zu dem Schluß, daß ihre Kultur von Indien sowohl nordöstlich wie über das äthiopische Ostafrika weiter verbreitet worden ist und u. a. auch von hier aus nach dem alten Ägypten gelangte. Vielleicht haben wir in dieser Art ein südliches (äthiopisch-ägyptisches) Gegenstück zu dem nördlichen *Panicum sanguinale* der vorderasiatisch-dinarischen Rasse (siehe oben S. 56 und Karte VI).

Es schließen sich dann noch die folgenden, in Indien gebräuchlichen Arten an (Becker-Dillingen, a. a. O., S. 577 — Hackel, a. a. O., S. 33 u. 35):

Panicum miliare Lamk. Diese Art wächst noch auf Böden, auf denen z. B. die Fingerhirse nicht mehr gedeiht.

Paspalum scrobiculatum L. (= *P. frumentaceum* Rott.). Dieses wird (als Körner- oder Futterhirse) außer in Indien im übrigen Südasien, in China, in Japan und neuerdings in Amerika usw. angebaut. Die Art nimmt noch mit sehr schlechtem Boden vorlieb. Nach Becker-Dillingen unterscheidet man in Indien von *Paspalum scrobiculatum* (hier Koda oder Varagou bzw. Varagou ariei genannt — in Japan Hiye) fünf Varietäten: puroun-Varagou mit einer Reifezeit von 6 Monaten, doupoule-Varagou mit fünf Monaten Reifezeit, kourou-Varagou mit vier Monaten Reifezeit, setou-kejitsau-Varagou mit drei Monaten Reifezeit und ola-Varagou mit ebenso langer Reifezeit. Damit sind bei *Paspalum scrobiculatum* zwei Jahresernten möglich.

Nach Engelbrecht (zit. bei Becker-Dillingen, S. 577) folgen in Vorderindien: *Dagussa*, *Panicum miliare* und *Paspalum scrobiculatum* in regelmäßigem Umtrieb aufeinander. Dieser Umstand und die erhebliche Zahl der in Indien angebauten Hirsearten macht es allerdings wahrscheinlich, daß auch die zuletzt genannten kleineren Hirsearten in Indien heimisch und hier zuerst in Kultur genommen worden sind. Der letztgenannten Form ist dann noch

Paspalum exile Kippist, anzuschließen, die nach Hackel (Engler-Prantl: Pflanzenfamilien, II, 2, S. 33) in Sierra Leone

Panicum crus galli (oder nahestehende Art) angebaut. Im Bezirk Sokode in Togo wird dieses Getreide Tschamma genannt (siehe vorige Seite Fußnote 2). „Zu Zeiten von Hungersnot werden auch in Ostafrika die kleinen rundlichen Körner gesammelt und wie andere Getreide zubereitet genossen.“ — H. L. Hammerstein, Die Landwirtschaft der Eingeborenen Afrikas. Beiheft 2 3 zum „Tropenpflanzer“. XXII. Jahrg., Nr. 7, 1919.

(„Fundi“ oder „Fundungi“) zu Speisezwecken kultiviert wird. Man darf nach dem Folgenden (vgl. Tef, *Pennisetum* usw.) annehmen, daß hier ein Ausläufer des äthiopischen Kulturkreises vorliegt.

Mohrrhirse, Kaffernkorn, *Andropogon sorghum* Brot. (*Sorghum vulgare* Pers., *Holcus sorghum* L.), Durra (Abb. B, links). Nach Hackel (a. a. O., S. 28) nahm die Kultur ihren Ausgang wahrscheinlich in Afrika, wo diese Hirse noch jetzt durch den ganzen Kontinent kultiviert und die wichtigste Brotpflanze ist. (Siehe auch G. Schweinfurth: Im Herzen von Afrika, III. Aufl., Leipzig 1916, S. 130f.) Aber auch in Indien und in China ist die Kultur beträchtlich. Nach den Kartendarstellungen von Bender (1) und Piette (2) sowie den sonstigen Literaturangaben ist von den tropischen Hirsen die *Sorghum*-Hirse die bei weitem am meisten angebaute. Nach Becker-Dillingen (3) (S. 588/89) hat die Kultur der *Sorghum*-Hirse „wahrscheinlich in Süd- und Ostasien ihren Anfang genommen, in erster Linie wohl in Ostindien. Von dort kam die Pflanze zu den Euphratländern, nach Kleinasien und mit den Arabern dann noch weiter nach Westen“. Nach demselben Autor besteht die Ansicht Woenigs (Die Pflanzen im alten Ägypten, 2. Aufl., S. 172), daß verschiedene Abbildungen auf altägyptischen Wandgemälden auf Durra zu beziehen seien, nicht zu Recht¹⁾. Dagegen ist nach Andrae die Durra in Assur der jungassyrischen Zeit gefunden worden (Becker-Dillingen, S. 588). Nach Reinhardt (4) (S. 45) wiederum gelangte die Mohrenhirse „schon zur Zeit der ältesten Dynastien, um die Mitte des 4. vorchristlichen Jahrtausends, nach Ägypten, wo sie neben den älteren hier eingeführten Getreidearten als bota ziemlich häufig gepflanzt wurde; wenigstens wird ihre Frucht unter den Grabbeigaben gefunden, auch ist sie mehrfach deutlich erkennbar an den Wänden der Grabkammern abgebildet worden. So findet sich auf einem Wandgemälde im Grabe des Amenemhe eine Ernteszene der Mohrenhirse dargestellt“.

Allgemein wird die *Sorghum*-Hirse auf *Andropogon halepensis* Brot. (*Sorghum halepense* Pers., *Andropogon arundinaceus* Scop.) als Stammform zurückgeführt und gilt als einjährige, nicht ausläufer-treibende Abart der genannten Wildform (F. König, a. a. O.). Diese letztere wirft bei der Fruchtreife die ganzen Ährchenpaare

¹⁾ Nilabwärts kommt *Sorghum* heute noch viel bei Berber vor; auch im Etbai (zwischen Nil und Meer) wird diese Hirse noch gebaut (Schweinfurth: Im Herzen von Afrika, III. Aufl., Leipzig 1916). Nach Bender bedeckte 1927 z. B. *Sorghum* in ganz Ägypten 5 % der Getreidefläche.

mit ihren Tragästchen ab und ist als Freilandpflanze wie als Unkraut über alle wärmeren Länder, bis nach Südeuropa hin, verbreitet. Sie läßt also damit auch von sich aus keinen Schluß auf die Urheimat der Mohrhirse zu. Um 1840 wurde diese Wildpflanze nach Nordamerika gebracht, wo sie seitdem als Futterpflanze eine ziemliche Bedeutung erlangt hat, zumal in der erst in unserem Jahrhundert eingeführten Form: *Sorghum halepense sudanense* (Sudangras) (5). Von den Namen der *Sorghum*-Hirse sind am verbreitesten die an



Abb. B. Die drei tropischen Hirsen: *Sorghum*-Hirse (links), *Pennisetum*-Hirse (mitten), Fingerhirse (rechts), Stark verkleinerte Fruchtstände.

Durra anklingenden. Arabien: dura, dhorra; Sudan: doura, dourra; Algerien: dra, dhrâa; in China und in der Mandchurei heißt diese Hirse kauliang; bei den Negeren wird sie mtama genannt.

„Kein anderes Getreide der Welt hat einen so erstaunlichen Reichtum an Formen aufzuweisen, wie ihn die zahllosen Kulturyaritäten der *Sorghum*-Hirse in ihrer Gesamtheit umfassen“ (W. Busse, Tropenpflanzer, 26. Jahrg., 1923). Nach Hackel (6) (S. 28) werden folgende Varietäten unterschieden: var. *saccharatum* (Zuckersorgho), u. a. in Nordamerika zur Zuckergewinnung angebaut, var. *technicus* (Besenhirse), in Südeuropa und Nordamerika zur Besen-

fabrikation (Fruchtstände, sogenannte „Reisbesen“) gebaut, var. *vulgaris*, var. *niger*, var. *cernuus*, var. *durrha*¹⁾). Becker-Dillingen gibt (a. a. O., S. 590 bis 592) folgende „Kulturformen“ der *Sorghum*-Hirse an: Subspec. *Andropogon eusorghum* Asch. et Graebn. = Kaffircorn. Subspec. *A. saccharatus* Kunth. (*Holcus saccharatus* L., *Sorghum saccharatum* Moench.) = Zuckerhirse. Mit mehreren Sorten. Sudspec. *A. saccharatus* Kunth, var. *technicus* Kcke. = Besenmohrhirse. Subspec. *A. cernuus* Roxburgh (*Sorghum cernuum* Willd.) = Durra usw. Jüngst hat J. D. Snowden (6a) eine Neubearbeitung der Gattung *Sorghum* vorgenommen mit dem Ziel, eine wissenschaftliche Ordnung in die Kultursorten der *Sorghum*-Hirse zu bringen. In Anlehnung an Stapfs System (1917) teilt er die Gattung (bzw. Untergattung) zunächst in zwei gut umschriebene Sektionen: *Eu-Sorghum* und *Para-Sorghum*, deren erstere wiederum in die Subsektionen *Arundinacea*, mit den Reihen *Spontanea* und *Sativa*, und *Halepensis* untergeteilt wird. Nach K. Heyne (De nuttige Planten van Nederlandsch Indië, Batavia 1927) werden die Varietäten von *Andropogon sorghum* in 2 Hauptgruppen eingeteilt: *Cafir*-Korn (mit dichten, schmalen, aufrechten Rispen und umgekehrt eiförmigen Früchten) und *Dhouira* (mit dichten eiförmigen, aufrechten oder überhängenden Rispen und abgeplatteten Früchten). Körnicke (6b) gibt folgende Übersicht der Varietäten:

I. *Effusus* Kcke. Lockere Mohrhirse. Rispenäste ausgebreitet, Rispe locker.

1. Der Halm an der Spitze scheinbar plötzlich abgestutzt, mit doldenartig gestellten Rispenzweigen.

1. var. *cafer* Ard. Kaffern-Mohrhirse. Klappen gelblich (?), Rispenäste mäßig (bis 15 cm) lang.

2. „ *technicus* Kcke. Besen-Mohrh. Klappen rot, Rispenäste sehr (bis 50 cm) lang. [verjüngend.]

2. Der Halm sich in die verlängerte Spindel der Rispe

3. „ *saccharatus* L. Zucker-Mohrh. Klappen rot.

4. „ *leucospermus* Kcke. Lockere weiße Mohrh. Klappen weiß.

5. „ *niger* Ard. Lockere schwarze Mohrh. Klappen schwarz.

II. *Contractus* Kcke. Dichte Mohrhirse. Rispenäste aufrecht, Rispe dicht.

1. Der Halm und die Rispe aufrecht. [Früchte rot.]

6. var. *Usorum* Nees. Dichte weiße Mohrh. Klappen weiß,

¹⁾ Hackel möchte die Kulturformen unmittelbar auf verschiedene Varietäten der Wildpflanze zurückführen (Bot. Jahrb. f. System. etc., Bd. 7, 1886, S. 115ff.)

7. var. *Arduini* Gmel. Gemeine Mohrh. Klappen rot. Früchte rot.
8. „ *aethiops* Kecke. Dichte schwarze Mohrh. Klappen schwarz, Früchte rot.
9. „ *bicolor* L. Zweifarbig Mohrh. Klappen schwarz, Früchte weiß.
2. Der Halm unter seiner Spitze nach unten gebogen, die Rispe gerade nach unten gerichtet.
10. „ *cernuus* Ard. Nickende Mohrh. Rispe eiförmig. Klappen weiß. Früchte weiß.
11. „ *Truchmenorum* C. Koch. Truchmenische Mohrh. Rispe länglich, Klappen weiß, Früchte weiß.
12. „ *Neesii* Kecke. Nees-Mohrh. Rispe oval. Klappen schwarz, Früchte weiß.

Diese Einteilung wurde von K. Schumann erweitert (K. Sch. in A. Engler: Pflanzenwelt Ostafrikas, Teil B, S. 35 ff.).

Auch heute wird die Mohrhirse in Oberägypten, Palästina und Vorderasien noch häufig angebaut, ebenso in Indien (Anbau 1922 über 16 Millionen ha — Becker-Dillingen; 1926/27 nahm *Sorghum*-Hirse rund 19, *Pennisetum* 13 und Fingerhirse 4 % der Getreidefläche in Vorderindien ein, gegen rund 37 % Reis z. B., — Bender, S. 157). Aber ein Sanskritname fehlt für sie. „Nach China soll sie angeblich im 4. Jahrhundert nach Christus als Hirse aus dem Lande Shu eingeführt worden sein, heute nährt sich ein großer Teil der $\frac{3}{4}$ Milliarden Einwohner Indiens und Chinas vorzugsweise von dieser Hirseart, statt von Reis, wie man gewöhnlich annimmt“ (Reinhardt, S. 45/46). Der Kauliang (Mohrenhirse) findet sich nach Wagner (7) über ganz Mittel-, West- und Nordchina. Sein Hauptanbaugebiet ist in den nördlichen Provinzen (vor allem Schantung, Tschili, Teile von Honan und die Mandschurei, auch Setschuan [Szetschuan] und Yünnan), dagegen fehlt diese Hirse im Süden (Hauptanbaugebiet des Reises) vollständig. Der Kauliang wird auch in China als Sommerpflanze angebaut und bildet auch hier, wie in Indien, eine Hauptbrotf Frucht, die in zahlreichen Spielarten gezogen wird und von welcher sich viele Millionen Chinesen nähren. Es ist ihnen gelungen, klimaharte Rassen zu züchten (A. Sprecher von Bernegg: Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen, Bd. I, Stuttgart 1929). Dagegen wird die *Sorghum*-Hirse in Japan nur in sehr kleinem Umfange (hauptsächlich in Mitteljapan) angebaut (8) (S. 157 ff.). Auch in Nieder-

ländisch Indien ist ihr Anbau (Heyne a. a. O.) von keiner großen Bedeutung. In Zentralasien ist ihr Anbau wieder ziemlich erheblich. Nach Vavilov (9) machte z. B. in der Oase Chiva *Sorghum*-Hirse 1927 15,1 % der berieselten Landfläche aus; 1925 stand sie dort sogar an erster Stelle unter allen Landbaupflanzen. In Vorderasien dürfte diese tropische Hirse (ebensowenig wie die beiden anderen) kaum irgendwo eine größere Rolle spielen. Schon in Afghanistan wird sie nach Vavilov und Bukinich (10) selten angebaut (am meisten in der Herat-Provinz, wo sie 2,5 % der Sommersaaten ausmacht) und in Mesopotamien tritt sie nach meinen Beobachtungen und Erkundungen ganz zurück, während ich in Kleinasien überhaupt nichts von ihr gehört habe. Dagegen machte z. B. nach Bender (a. a. O., S. 165) 1928 in Palästina *Sorghum* nicht weniger als 23 % der Getreideernte aus. Auch (ebenda, S. 165) gedeiht Durra (*Sorghum*) in den vom Belich gespeisten Landschaften im oberen Mesopotamien. Nach Europa scheint die *Sorghum*-Hirse erst sehr spät gekommen zu sein und hat dort keine besondere Bedeutung erlangt (Rumänien, Ungarn, Istrien usw. bis Niederösterreich im Norden und Spanien und Portugal im Westen).

Bei den Negern Afrikas wird die Mohrenhirse nicht nur zur Herstellung von Brei- und Fladenbrot benutzt, sondern es wird auch in großem Maße aus dem Korn das beliebte Bier (Merissa oder Pombe) gebraut (4) (S. 46) (11) (Bd. I, S. 256). Die Mohrrhirse ist auch in Afrika die ertragreichste Getreideart. Die bis 5 m und mehr an Höhe erreichende Pflanze braucht jedoch 7 bis 8 Monate zur Reife. Nach dem Trocknen werden die Körner durch Stoßen im Holzmörser von den Spelzen befreit und diese durch Schwingen auf flachen Körben entfernt. Die größte Menge dient zur täglichen Nahrung, und zwar gekocht als Brei oder gemahlen zur Herstellung kleiner Brote (12). In Abessinien kommt nach Kostlan (13) (S. 221) die Mohrrhirse (abessinisch, d. h. amharisch: maschilla) in vielen Varietäten vor, in weiß-, rot-, braun- und schwarzfrüchtigen. Es gibt Sorten mit aufrechter lockerer, und kolbiger (geschlossener) Rispe, sowie solche mit nickender, lockerer und kolbiger Rispe. Die Pflanze ist in Abessinien sehr verbreitet und wird fast in allen Zonen angebaut. Doch geschieht solches nur von den unfreien Volksstämmen der Galla, Guragi usw. Auch in Abessinien wird sowohl Fladenbrot wie Bier aus der Mohrenhirse bereitet; auch wird sie (über Djibouti) ausgeführt.

Auf die Herkunft der tropischen Hirsekultur wird weiter unten, in Zusammenhang mit *Pennisetum* und *Elesine* zurückzukommen sein.

Schriftum.

1. Bender, G., Geographie der Hirsen. Koloniale Rundschau 1931, S. 156ff.
2. Piette, L., Verbreitungsgebiete wichtiger Nutzpflanzen im tropischen Afrika. Petermanns geographische Mitteilungen, Bd. 73, 1927, S. 140ff.
3. Becker-Dillingen, J., Handbuch des Getreidebaues. Berlin 1927.
4. Reinhardt, L., Kulturgeschichte der Nutzpflanzen, Bd. I, München 1911.
5. Vgl. u. a. J. Gyárfás, Eine neue Futterpflanze: das Sudangras. Deutsche Landwirtschaftliche Presse, 57. Jahrg., Nr. 5, S. 56/57. — F. König, Hat der Anbau von *Sorghum*-Arten, insbesondere von Sudangras, eine Zukunft in Deutschland? Fortschritte d. Landwirtschaft, Bd. 5, Berlin 1930, S. 678 bis 680.
6. Hackel, E., Die Gräser, in Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. II, Teil 2, 1887.
- 6a. Snowden, J. D., The cultivated races of sorghum. London 1936. (Zitiert auf Grund eines Referates; die Arbeit selbst habe ich hier in Berlin nicht erlangen können.)
- 6b. Körnicke, F. R., Die Arten und Varietäten des Getreides. Berlin 1885, S. 306 307.
7. Wagner, W., Die chinesische Landwirtschaft. Berlin 1926.
8. Fesca, M., Zur Kenntnis der japanischen Landwirtschaft. Berlin 1890.
9. Vavilov, N. I., The cultivated plants of the oasis of Khiva. Bull. of applied Botany etc., Bd. XX, Leningrad 1929, S. 80ff.
10. Vavilov, N. I. und Bukinich, Agricultural Afghanistan. Suppl. 33 des Bull. of applied Botany etc., Leningrad 1929.
11. Werth, E., Das deutsch-ostafrikanische Küstenland und die vorgelagerten Inseln. Berlin 1915.
12. Werth, E., Die Vegetation der Insel Sansibar. Berlin 1901.
13. Kostlan, A., Die Landwirtschaft in Abessinien. Beihefte zum Tropenpflanzer, XVII. Jahrg., Nr. 4, 1913, S. 183ff.

Negerhirse. *Pennisetum spicatum* Keke. (*Holcus spicatus* L., *Pennisetum typhoideum* Rich., *Penicillaria spicata* Willd., DuRoi, Dochan (Fig. B, mitte)). Diese Hirse ist einjährig und in den Tropen und Subtropen sehr verbreitet. In vielen Gegenden Afrikas ist sie eine bevorzugte Ackerbaupflanze. Auch in Südarabien (Brei = „Kuskus“) und in Vorderindien wird sie angebaut und ist hier eine ebenso wichtige Breipflanze (Hackel, S. 38, Becker-Dillingen, S. 577). Die Pflanze, die 1–2 m hoch wird und sich von der vorigen durch weit schnellere Entwicklung auszeichnet (Werth, Sansibar, S. 67), läßt verschiedene Varietäten mit grauen, gelben, roten und weißen Scheinfrüchten unterscheiden (Becker-Dillingen, S. 577).

Körnicker¹⁾ hält, obwohl er die Stammform nicht kennt, die Kulturpflanze für eine afrikanische und meint, daß die wilde Stammform wahrscheinlich bei der Reife die ganzen Ährchen abwerfe. Auch erwähnt er, daß bei den ostindischen Kulturformen sich beim Entkörnen nicht immer die nackten Früchte lösen. Die Ährchenstiele brechen durch; aber die Früchte sitzen doch nur lose in ihren Umhüllungen, nicht fest, wie bei *Sorghum*. Die große Rolle, welche die Negerhirse in Afrika spielt, und der Umstand, daß man keinen Sanskritnamen für sie kennt, veranlassen Körnicker, das Vaterland dieses Getreides in Afrika zu suchen. Daß sie aus Afrika nach Ostindien gekommen ist, wird Körnicker wahrscheinlich durch den Namen Bajira für unser Getreide an der Ostküste Afrikas wie in Vorderindien. In Wirklichkeit kann dieses natürlich genau so gut das Gegenteil beweisen; bei den eingeborenen Negern Ostafrikas heißt die Pflanze überdies nicht Bajira, sondern Mawele (Werth: Das Deutsch-Ostafrikanische Küstenland, Bd. I, S. 256).

Nach Hackel (a. a. O., S. 38) sind Stammform und Vaterland unbekannt, „wahrscheinlich Afrika“. Nach Pilger²⁾ „sind die zahlreichen Varietäten zweifellos auf verschiedene wilde Arten von *Pennisetum* zurückzuführen“. Nach Wittmack³⁾ käme *P. villosum* Brown von Abessinien als Stammform in Betracht. Von ihr ist der Duchn im wesentlichen nur durch das Kulturmerkmal der nicht abfallenden Hüllen unterschieden (Hackel). Auch nach Reinhardt⁴⁾ (S. 48) soll diese Hirse afrikanischen Ursprungs sein. „Im letzten vorgeschichtlichen Jahrtausend muß sie auch nach Ägypten und von da später weiter nach Vorderasien gekommen sein; denn zu Beginn des sechsten vorchristlichen Jahrhunderts erwähnt sie der jüdische Prophet Hesekiel (600—571) unter dem Namen dochan als eine Getreideart Babyloniens, aus der man Brot bereite. Dieser Ausdruck hat sich heute in der arabischen Bezeichnung duchn für Negerhirse erhalten.“ In Ostafrika (siehe oben) heißt die Negerhirse mawele, in Indien cumboo, cumbu, bajira. Andere Eingeborenennamen sind (nach Becker-Dillingen, a. a. O., S. 577, u. a.):

¹⁾ F. Körnicker. Die Arten und Varietäten des Getreides. Berlin 1885, S. 284ff.

²⁾ Pilger, Gramineae, in A. Engler, Die Pflanzenwelt Afrikas, Bd. II, Leipzig 1908, S. 192.

³⁾ L. Wittmack. Landwirtschaftliche Samenkunde. Berlin 1922, S. 151.

⁴⁾ L. Reinhardt. Kulturgeschichte der Nutzpflanzen, Bd. I, München 1911, S. 44ff.

am Senegal: dekklé, am Niger: souna oder sanio, am Sambasi: luko, manna, massange, in Arabien: duchn (dochan). Becker-Dillingen führt für Arabien auch béniché an; vielleicht ist diese Bezeichnung berberisch-arabisch und identisch mit bechena in Tunis. Becker erwähnt außerdem noch kabyhsch ilni, wogegen dhraa in Algerien sicher auf die vorige Art zu beziehen sein dürfte. Becker-Dillingen gibt ferner (S. 588) für die vorige Art den hebräischen Namen dohan an, was aber vermutlich nichts anderes als das arabische dochan (duchn) ist. Wie oben schon angedeutet, läßt sich auch aus den Namen einstweilen noch nichts Bestimmtes für die Heimat des *Pennisetum typhoideum* herleiten.

Die Negerhirse fehlt nach Körnicke in den Ländern, welche östlich an die Landenge von Suez grenzen, und ist auch bis jetzt in keiner früheren Zeit dort nachweisbar. Den Transport von Afrika nach Indien (oder umgekehrt) muß sie also auf einem anderen Wege gemacht haben (s. weiter unten). Sie bildet heute in den meisten Ländern von Zentralafrika einen Hauptgegenstand des Ackerbaues und wird dort als Speise in Form eines Breies (Kuskus) oder zur Bierbereitung benutzt. Die Kultur dieser Hirse reicht in Afrika von Senegambien bis nach Abessinien, von Klein-Afrika (Algier, Tunis) bis nach Mozambique. In Asien scheint ihre Kultur im wesentlichen auf Südarabien und Vorderindien beschränkt zu sein. Dann führt Körnicke noch das Vorkommen in Spanien auf, wo sie in der Mancha (Neu-Castilien) gebaut wird. Vielleicht ist sie hierher aus Klein-Afrika mit den Mauren herübergekommen.

Über die Geschichte der Negerhirse ist wenig bekannt. Die alten griechischen und lateinischen Schriftsteller erwähnen sie nicht, wenigstens ist sie nicht mit Sicherheit aus ihren Berichten zu entnehmen. Der älteste Hinweis wird gewöhnlich auf den Propheten Hesekiel bezogen, welcher sie, wie schon gesagt, als einer Kulturpflanze Babylons unter dem semitischen Namen Dochan erwähne. Es dürfte jedoch höchst zweifelhaft sein, ob Dochan, Duchn, Doche usw. gerade *Pennisetum spicatum* sein muß; denn heute bezeichnen die Araber sowohl in Ägypten (vgl. Körnicke, a. a. O., S. 290) wie in Mesopotamien, vermutlich auch in den dazwischen liegenden Ländern, mit Duchn verschiedene Hirscharten, u. a. (nach eigener Erfahrung) auch *Panicum miliaceum*. Außerdem möchte ich meinen, daß die Namen Duchn, Dochan, Dohan, Dorah und Durra oder Durra (letztere gewöhnlich für *Antropogon sorghum* gesetzt) alle ursprünglich eines Stammes sind und vielleicht nicht mehr besagen

wie das deutsche Wort Hirse. Die erste Abbildung unserer Pflanze bringt nach Körnicke Lobel (1576 n. Chr.). Irrtümlicherweise wurde die Pflanze von Linné mit Amerika in Verbindung gebracht und zuerst als *Panicum americanum* beschrieben, während er sie später *Holcus spicatus* nannte. Es scheint mir überflüssig, den ersten, irreführenden und von Linné selbst verbesserten Namen heute wieder auszugraben und in der Systematik für *Pennisetum spicatum* zu benutzen.

P. Leeke hat sich eingehender mit der Abstammung und Heimat der Negerhirse beschäftigt¹⁾. Es stand ihm dazu das *Pennisetum*-Material der gesamten größeren kontinentalen Herbarien Europas zur Verfügung. Nach ihm ist *Pennisetum spicatum* eine polyphyletische Form, die auf eine Reihe von wilden *Pennisetum*-Arten zurückgeführt werden muß. Und zwar kommen nach ihm nur solche Wildformen in Betracht, bei welchen die Antheren, wie die der Kulturpflanze, Haarbüschel tragen. Des weiteren müssen sie einjährig sein. So kommt er auf folgende afrikanische Wildformen als Stammpflanzen der Kultur-Negerhirse: *Pennisetum perrottetii* (Klotzsch) K. Schum. (Senegambien), *P. mollissimum* Hochst. (Ägyptischer Sudan), *P. violaceum* (Lamk.) Rich. (Senegambien, Guinea), *P. versicolor* Schrad. (Senegambien, Ostafrika). Dazu kommt dann noch *P. gymnothrix* (Al. Br.) K. Schum. (Ägyptischer Sudan: Kordofan) als selbständige zweite Kulturart, die Leeke wiederum von der abessinischen Wildart *P. adoënsæ* (Hochst.) Steud. ableitet. Von den 32 Formen (Sorten) mit einigen Unterformen, die Leeke dann von der Kulturform *Pennisetum spicatum* unterscheidet, vermag er jedoch nur 13 unmittelbar von den genannten Wildarten abzuleiten (und zwar: 3 von *P. adoënsæ* über *P. gymnothrix* als vermittelnder Form, 5 von *P. mollissimum*, 1 von *P. versicolor*, 3 von *P. perrottetii* und 1 von *P. violaceum*). Vier weitere Formen faßt er als unmittelbare Bastarde zwischen je zweien der Wildformen bzw. auf solche unmittelbar zurückzuführende Kulturrassen auf, während die restierenden 15 Formen (Sorten) als Bastarde weiteren Grades gewertet werden. Bei diesen „Tertiärformen“ „lassen alle systematischen Charaktere für die Einteilung im Stich, und es bleiben nur habituelle Anzeichen für die Annäherung dieser hochkultivierten Rassen an wilde Stammpflanzen übrig. Nur wenige

¹⁾ P. Leeke, Untersuchung über Abstammung und Heimat der Negerhirse. Zeitschr. f. Naturwissenschaften, 79. Bd., Leipzig 1907, S. 1—108.

Momente lassen hier bei diesen Tertiärformen Vermutungen aufkommen über Blutmischungen, welche in ihnen enthalten sind.“ Daß sich unter diesen Tertiärformen fast alle indischen Sorten befinden, darunter auch das *Pennisetum spicatum plukenetii*, die häufigste Kulturform Vorderindiens, will ich nur nebenbei bemerken.

Damit ist nach Leeke die Frage nach Abstammung und Heimat der Negerhirse zugunsten Afrikas gelöst. Kulturgeschichtlich ist jedoch damit zunächst noch nicht sehr viel gewonnen. Wir können in Afrika eine Reihe sehr verschiedener Kulturprovinzen unterscheiden. Wir haben im Südwesten, sowie die folgende Zone durchsetzend, zunächst Jägervölker. Dann folgt nordwärts bis über den Äquator hinaus das große Gebiet der hackbautreibenden Urneger (Ur- oder ältere Bantu, sogen. Westafrikanischer Kulturkreis). Durchsetzt wird dieses Gebiet im östlichen Teil in Nord—Süd-Richtung von hamitisch beeinflussten, rinderzüchtenden Negervölkern (Metamorphe oder Jüngere Bantu), wie solche gleichfalls auch am ganzen Nordsaume des Westafrikanischen Kulturkreises auftreten. Dann folgen Stämme äthiopischer Rasse (dunkle Hamiten), teils mit Vorigen gemischt, teils (namentlich im Nordosten) reiner erhalten, welche zum großen Teil reine Viehzüchter sind, zum geringeren (im Nordosten, auf dem Abessinischen Hochlande und um den Fuß desselben herum) Ackerbau treiben. Schließlich haben wir noch die, meist Ackerbau treibenden hellen Hamiten (Berber, Kabysten, Ägypter) im Westen, Norden und Nordosten der Sahara. Ich habe nun die 32 Formen der Negerhirse, die Leeke unterscheidet, mitsamt ihren 8 Unterformen nebst der selbständigen Kulturart *P. gymnothrix* in der beiliegenden Karte II auf ihre Fundgegenden verteilt, wobei jede Sorte in jedem Fundgebiet (Senegambien, Ägyptischer Sudan, Deutsch-Ostafrika usw.) nur einmal erscheint, um so nach Möglichkeit das Mannigfaltigkeitszentrum und damit mutmaßliches Ausgangsgebiet der Negerhirse als Kulturart festzustellen. Die größte Konzentration der Formen findet sich derart im Ägyptischen Sudan (die „Sammelbüchse von kultivierten *Pennisetum*-Rassen“, wie Leeke dieses Gebiet bezeichnet), im Gebiete der dunkelhäutigen hamitischen Stämme (Äthiopen), die sich im Westen und Nordwesten des Abessinischen Hochlandes (welches wir längst als ein hervorragendes Entstehungszentrum von Kulturpflanzen kennengelernt haben) ausbreiten. Es dürfte damit zweifellos sein, daß für Afrika wenigstens hier das Ausgangszentrum der *Pennisetum*-Kultur liegt. Von hier aus dürfte sich die Kultur dann sowohl nach

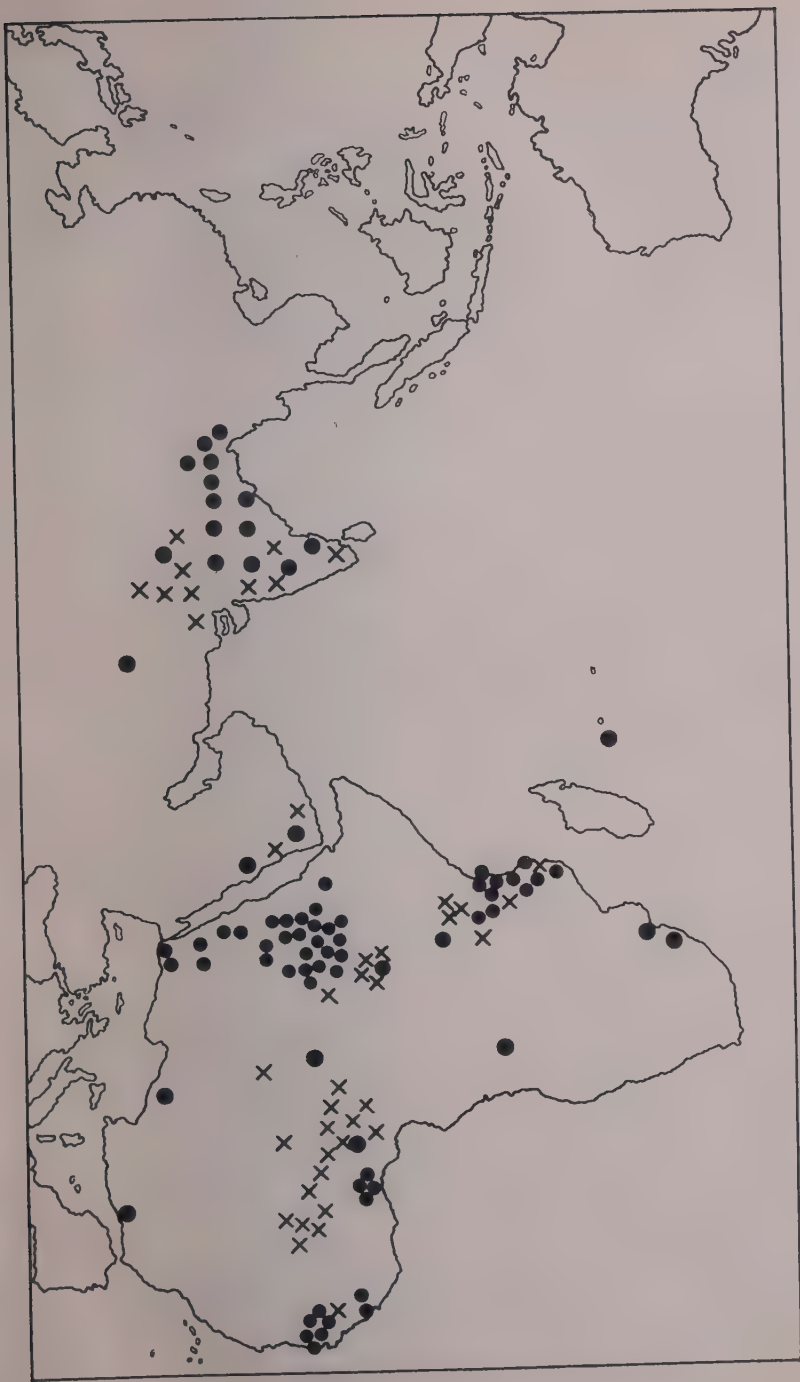


Abb. II. Verbreitung und Variationshäufung der Negerhirse (*Pennisetum*).
Nach P. Leeke (dicke Punkte) und anderen Angaben (liegende Kreuze).

Ägypten, wie durch den ganzen Sudan bis nach Senegambien und ferner südwärts in das Gebiet der Bantu vorgeschoben haben. Daß sich nach unserer Karte (II) in diesem letzteren Gebiet die größte Formenmannigfaltigkeit im Osten des Kontinentes zeigt, hängt wohl mit dem hier verlaufenden Wege zusammen, auf dem äthiopische Kulturbeeinflussungen uns auch sonst begegnen. Um das Bild noch klarer zu gestalten und zugleich zu einem allgemeinen Verbreitungsbilde von *Pennisetum* zu erweitern, habe ich weitere Fundorte von *Pennisetum spicatum* nach anderen Autoren (Baumann, Merker, Bender, Piette u. a.) mit besonderer Signatur (liegende Kreuze) eingetragen. Da die verschiedenen Hirsearten sehr oft nicht auseinander gehalten werden, ist es schwer, eine einzelne Art nach den Angaben des Schrifttums restlos zu erfassen. Ob z. B. in Hinterindien und auf dem Malayischen Archipel Rohrkolbenhirse gebaut wird, darüber bringen die Statistiken keine Angaben (Bender). Eine irgend wesentliche Bedeutung hat aber *Pennisetum* hier ohne Zweifel nicht mehr¹⁾. In den Ackerbauländern Ostasiens (China, Japan) fehlt dieses Getreide jedenfalls ganz (Bender). So ist es also im wesentlichen auf Indien und Afrika beschränkt.

Man müßte nun — nach den Ausführungen von Leeke — annehmen, daß auch vom Ägyptischen Sudan aus die Negerhirse über das südliche Arabien usw. nach Indien getragen worden ist, wo wir (in Vorderindien) neben Afrika das bedeutendste Kulturgebiet der Negerhirse finden. Jedoch haben alle sicher belegbaren Kulturbewegungen sonst hier die umgekehrte Richtung genommen. Und man kann sich des Verdachtes nicht ganz entschlagen, daß unsere Karte für Vorderindien vielleicht etwas dichter gefüllt worden wäre, wenn Leeke für seine Untersuchungen nicht nur das Material der größeren kontinentalen Herbarien Europas, sondern auch die große Sammlung des Londoner Herbariums benutzt hätte. Vielleicht ließen sich dann doch noch einige der indischen Negerhirsens auf indische Wildarten von *Pennisetum* zurückführen. Während sich auf unserer Karte für den Ägyptischen Sudan 21 der von Leeke unterschiedenen Formen ergeben, kann Vorderindien jetzt nur 14 solcher aufweisen. Weiter unten, nach Behandlung der übrigen Hirsearten, werden wir nochmals auf die Frage der Urheimat der

¹⁾ Auch K. Heyne (De nuttige Planten van Nederlandsch Indië, Batavia 1927) sagt bei *Pennisetum typhoideum* nur, daß es im tropischen Afrika und in Englisch-Indien in großem Maße als Körnerfrucht angebaut wird.

Hirsekultur zurückkommen. Soviel scheint nach den Untersuchungen von Leeke sicherzustehen, daß als Ausgangspunkt der ganzen afrikanischen *Pennisetum*-Kultur der Nordosten mit dem Zentralgebiet der dunklen Hamiten in Betracht kommt. Er ist auch sonst ein Ausgangspunkt bedeutender Kulturausstrahlungen, wie er heute allgemein auch wohl als die Wiege der alten ägyptischen Kultur angesehen wird. Klar ist ferner, daß das afrikanische Kultur-*Pennisetum* zum großen Teil auf dort einheimischen Wild-Penniseten basiert, ganz unabhängig davon, ob vielleicht der Anstoß und die älteste *Pennisetum*-Kultur von Asien (Indien) herübergebracht sein mögen.

Fingerhirse oder Koraken (Dagussa), *Eleusine coracana* Gärt. (Fig. B, rechts). Die wilde Stammform dieser Hirse ist nach allgemeiner Anschauung die *Eleusine indica* Gärt. Beide unterscheiden sich vornehmlich durch das Verhalten der Früchte bei der Reife. „Diese bleiben an der Kulturform stehen, werden von den Spelzen nicht bedeckt und lösen sich beim Drusch aus denselben. Bei *El. indica* bleiben sie in den Spelzen verborgen und lösen sich von denselben eingeschlossen bei der Reife, während die Klappen an den im Zusammenhange bleibenden Ährenspindeln stehenbleiben. Die Samen sind kleiner und elliptisch, also schmaler als bei *El. coracana*. Ihre Kämme sind stärker hervortretend und machen sich schon durch die eng anliegende, zarte Fruchthülle bemerklich¹⁾.“

Eleusine indica ist jetzt sehr verbreitet und findet sich als Unkraut in allen wärmeren Ländern, in den tropischen und subtropischen Gebieten von Asien, Afrika und Amerika, ferner auch noch in Spanien und neben verschiedenen anderen Gräsern der Alten Welt in den Pampas Südamerikas. Damit ist es unsicher, wie weit das ursprüngliche Heimatgebiet dieser Wildart reicht und wie weit sie darüber hinaus als Unkraut mit der Fingerhirse und anderen Kulturpflanzen durch den Menschen verbreitet worden ist.

A. de Candolle (Ursprung der Kulturpflanzen) verlegt die Heimat der Kulturform nach Indien. Wohl diesem folgend läßt auch Becker-Dillingen²⁾ den Korakan in Indien einheimisch sein.

Die Kultur der Fingerhirse erstreckt sich über Vorderindien (Kaschmir, Kamaon — im Himalaja bis 2000 m ü. M. angebaut,

¹⁾ F. Körnicke, Die Arten und Varietäten des Getreides. Berlin 1885, S. 323ff.

²⁾ J. Becker-Dillingen, Handbuch des Getreidebaues. Berlin 1927, S. 578

Becker, a. a. O.), Ceylon, Java, Bali, Amboina, südliches China¹⁾ und Japan²⁾; ferner über Afrika, „durch den ganzen Erdteil mit Ausnahme des nördlichsten und südlichsten Teils“ (Körnicker, S. 327). Sie ist hier z. B. bekannt von Djof (Oasen von Kufra), der Cyrenaica, Ägypten und vor allem aus Abessinien. Bei den Landbau negern Afrikas wird die Pflanze Umbi genannt. Hier ist sie in vielen Gegenden Hauptbrotgetreide; vielfach, z. B. in Abessinien und bei den Njam-Njam (hier nach Schweinfurth), wird sie besonders zur Bierbereitung benutzt³⁾, ⁴⁾ u. ⁵⁾; bei den Njam-Njam ein Drittel des Gesamtanbaues. Sie ist von den kleineren Hirsearten (sie wird bis 1 m hoch) die ertragreichste (Becker-Dillingen). Es gibt eine Reihe von Kultursorten in den betreffenden Gebieten (Reinhardt, a. a. O.). So kommt sie in Abessinien nach Kostlan (S. 223) in hellen und dunklen Varietäten vor.

Der Sanskritname für die Fingerhirse ist *rāgā*, hindustanisch heißt sie *raggi* (*raghee*), in Südindien *ragi*, in Nordindien *mandua* (nach Hackel in Engler-Prantl), in Bengalen heißt sie *marua*, im Innern Afrikas (nach Grant) *murwa*. Nach Körnicker hängt mit letzterem vielleicht auch der Name *maëre* zusammen, mit welchem Livingstone die Pflanze bezeichnet. Ich glaube jedoch, daß hier das *r* wie *l* zu sprechen ist (die Bantuneger können ein reines *r* überhaupt nicht aussprechen) und ein Zusammenhang mit *maele* bzw. *mawele*, *kiswahili* = Negerhirse, zu vermuten ist. Der Name Karokan stammt nach Körnicker von Ceylon und entspricht dem Tamilnamen *Kora*. In Abessinien heißt unsere Pflanze *Dagussa*, bei den Arabern *Telebun*.

Nach dem Verbreitungsgebiet der Kultur der Fingerhirse können als Ursprungsland der letzteren nur Indien oder Afrika in Betracht kommen. In China wird sie nach Wagner³⁾ nirgends in nennenswertem Maße angebaut; in Japan findet man sie nach Fesca⁴⁾ „hier und dort mal im Gebirge angebaut“. Roxburgh hat, wie Körnicker (a. a. O., S. 329) ausführt, zwei Arten — oder

¹⁾ W. Wagner, Die chinesische Landwirtschaft. Berlin 1926, S. 280ff.

²⁾ M. Fesca, Zur Kenntnis der japanischen Landwirtschaft. II. Teil. Berlin 1899, S. 157ff.

³⁾ Hackel, Die Gräser, in Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. II, Teil 2, 1887.

⁴⁾ L. Reinhardt, Kulturgeschichte der Nutzpflanzen, Bd. I, München 1911, S. 44ff.

⁵⁾ A. Kostlan, Die Landwirtschaft in Abessinien. Beihefte zum Tropenpflanzer, XVII. Jahrg., Nr. 4, S. 183ff.

wohl besser gesagt: Unterarten — der Kulturfingerhirse unterschieden: *Eleusine coracana* Gärtn. und *El. stricta* Roxb. (von der Vorigen durch die geraden Scheinähren und erheblichere Größe unterschieden). Beide Formen werden nach Roxburgh in Ostindien kultiviert, die letztere mehr als die andere. Es gibt dort von ihr verschiedene Sorten. Für Afrika gibt Körnicke nur die zweite Form an, und zwar in drei Varietäten aus Abessinien: var. *atra* Keke. mit schwarzem Samen, var. *fusca* Keke. mit rotbraunem und var. *alba* Keke. mit weißgelbem Samen. Eine vierte Varietät, *genuina* Keke. aus Ostindien, rechnet Körnicke zu der *coracana*-Form. Sollten alle afrikanischen Fingerhirsen der *stricta*-Form zuzurechnen sein, so würde sich natürlich eine größere Wahrscheinlichkeit für Ostindien als Gebiet der ersten Inkulturnahme ergeben, da hier — nach dem was Körnicke anführt — die größere Variationsbreite der Gesamtkulturart liegt. Und wir kämen damit auf die Ansicht von de Candolle, der, wie angeführt, die Heimat der Kulturpflanze der Fingerhirse nach Indien verlegt. Körnicke selber allerdings möchte sich eher für Afrika entscheiden. Eine neuere ausführlichere Darstellung der Varietäten der Fingehirse ist mir nicht bekannt geworden. Sie wäre wohl für eine definitive Entscheidung betreffs des Gebietes der ersten Inkulturnahme eine nötige Voraussetzung. Im übrigen kommen wir zum Schluß nochmal auf die berührte Frage zurück.

Tef, *Eragrostis abessinica* Lk. (= *Poa abessinica* Jacquin). Der Tef ist eine den Abessiniern und Gallas eigene Kulturpflanze. Er heißt dort amharisch: Tef (Teff), Tief; tigrisch: Taf; bei den Galla: Tafi. Zwar erwähnt Barth (Reisen in Afrika, Bd. 3, S. 27 usw., Bd. 4, S. 306, Bd. 5, S. 386; zitiert bei Körnicke, S. 319) eine wildwachsende *Poa*, die er für *Poa abessinica* hält, und welche von den Bewohnern Bornus, Baghírmis und Wádáis in großer Menge als Nahrungsmittel benutzt wird. Auch am Niger, östlich von Timbuktu, trat ihm die Verwendung der Pflanze entgegen; und zwar war sie in den verschiedenen Gebieten je in einer Reihe von Varietäten („oder vielleicht verwandten Arten“) unter verschiedenen Namen bekannt.

Die wilde Stammform des Tefs ist nach allgemeiner Ansicht *Eragrostis pilosa* Beauv. Die Unterschiede beider Pflanzen sind unbedeutend. „Vielleicht verhält sich der Tef auch bei der Reife etwas anders nach Art der kultivierten Getreide, insofern er die Spelzen und Früchte fester hält.“ Bei der Wildpflanze sind die

Früchte etwas kleiner. Diese bewohnt die wärmeren Gürtel beider Erdhälften und ist jetzt, vielleicht mit Ausnahme von Australien, über alle Erdteile verbreitet, bis zum südlichen Tirol, Südschweiz usw., lokal sogar nördlich der Alpen¹⁾. Damit ist es wieder schwer, etwas genaues über die ursprüngliche Heimat auszusagen. Aber Körnicke vermutet schon, „daß sie in Afrika nördlich vom Äquator zu suchen ist, wo sie auch allein (in Abessinien) gebaut wird.“ Unter den mannigfachen wildwachsenden Gräsern, deren Samen am oberen Nil gesammelt und zu Brot verbacken werden, befindet sich auch (nach T. H. Kotschy, Reise nach Kordofan, Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsbericht II, 1863, S. 4) *Eragrostis pilosa*²⁾.

Es erscheint mir nach dem Vorigen ziemlich sicher, daß der Tef in einer (oder einigen nahe verwandten) Wildformen von Abessinien westwärts so ziemlich durch den ganzen Sudan im Bereiche der Völker der äthiopischen Rasse (dunkle Hamiten) als Nahrungsmittel benutzt ist und dann, im Brennpunkte der bezeichneten Rasse, nahe dem afrikanischen Osthorn, in Kultur genommen wurde.

„Als Kulturpflanze scheint der Tef nur bei Abessiniern und Gallas eine Rolle, aber eine wichtige, zu spielen“ (Körnicke, S. 319). Die gemahlenen Körner werden zu Brotfladen bzw. schwammigen löcherigen Kuchen benutzt. Auch wird (nach Bruce) aus geröstetem Tefbrot Bier gebraut, das bemerkenswerterweise denselben Namen, wie das ägyptische Gerstenbier, nämlich: Buza führt. Die gewöhnliche Bierpflanze in Abessinien ist jedoch die Fingerhirse (*Eleusine coracana*) und daneben die Gerste.

Zum Alter der Tef-Kultur gibt Körnicke (S. 320) dann weiter folgendes an. Unger (Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften, Mathemat.-Naturwissenschaftl. Kl., 54, 1. Abtlg., 1866, S. 42, u. 55, I. Abtlg., 1867, S. 202) glaubt in einem Ziegel der Dashur-Pyramide (um das Jahr 3359 v. Chr. erbaut) und in einem Ziegel der alten Judenstadt Ramses in Ägypten (im 13. oder 14. Jahrh. v. Chr. erbaut) Früchte desselben gefunden zu haben, woraus er schließt, daß die Pflanze noch 2000 Jahre nach der Erbauung jener Pyramide in Ägypten kultiviert wurde, wo sie jetzt nicht mehr vorkommt, bzw. neuerdings (siehe unten) wieder ein-

¹⁾ Nach Hegi (Flora von Mitteleuropa) wild im Elsaß und Baden, von Basel bis Rastatt und Karlsruhe.

²⁾ F. Körnicke, Die Arten und Varietäten des Getreides. Berlin 1885, S. 316ff.

geführt wurde. „Aber Unger fand in jenem Ziegel nur wenige Körner. Die Früchte der *Eragrostis pilosa* Beauv. sind zwar in ihrer Gesamtmasse deutlich kleiner als die des Tefs, aber es finden sich unter ihnen nicht gerade wenige von gleicher Größe. Da nun *Eragrostis pilosa* in Oberägypten häufig wächst, auch jetzt noch zur menschlichen Nahrung gesammelt wird, so ist nicht zu entscheiden, ob die gefundenen Früchte der Kultur oder der wilden Form angehören.“

Danach dürfte hier in Ägypten ein ähnlicher Fall vorliegen, wie er sich heute auch noch im Sudan bis zum Nigerknie zeigt. Und jedenfalls läßt der Ungersche Fund in der frühdynastischen Dashur-Pyramide das hohe Alter der Benutzung des Tef oder seiner Wildform als menschliches Nahrungsmittel erkennen. Da eine solche Verwendung beider Formen außerhalb Afrikas, soweit ich sehe, bis jetzt nicht bekannt ist, so dürfte es keinem Zweifel unterliegen, daß die Inkulturnahme des Tef in der Nähe des afrikanischen Osthornes von ackerbauenden dunklen Hamiten geschehen ist, und zwar auf der Grundlage der Benutzung der zugehörigen Wildpflanze als Nahrungsgewächs.

Der Tef ist eine wichtige Getreidepflanze der Gallas und Abessinier für die Höhenlagen 1700 bis 2800 m, wird aber auch schon in 800 m Meereshöhe angebaut, und seine Kultur reicht nach Kostlan¹⁾ aufwärts gar bis 3700 m. Seine Körner sind sehr klein ($1 \times 0,5$ mm). Der Tef wird nach Becker-Dillingen²⁾ (S. 578) im Juli und August ausgesät; in Ägypten für eine Sommerernte im April, der man dann eine Herbsterte folgen lassen kann. Die Vegetationszeit beträgt nur 45—50 Tage, ermöglicht also zwei oder sogar drei Jahresernten. Nach Kostlan (a. a. O.) wird Tef hauptsächlich in der Woina-Deka angebaut und darf als die wichtigste Brotfrucht der Amharen betrachtet werden (Fladenbrot). Der Tef kommt in Abessinien in heller und dunkler Varietät vor, sogenannter weißer und schwarzer (richtiger brauner) Tef. Der weiße ist der wertvollere.

Nach Hochstetter (bei Körnicke, S. 322) lassen sich folgende Varietäten des Tef unterscheiden:

1. var. *alba* Hochst. Ährchen hellgrün. Früchte weiß; hierher die Sorten Zada Taf (weißer Taf) und Taf Sessoi. Der Taf Currati

¹⁾ A. Kostlan, Die Landwirtschaft in Abessinien. Beihefte zum Tropenpflanzen, XVII. Jahrg., Nr. 4, S. 183 ff.

²⁾ J. Becker-Dillingen, Handbuch des Getreidebaues. Berlin 1927.

unterscheidet sich nur durch die zusammengezogene ährenförmige Rispe.

2. var. *viridis* Hochst. Ährchen graugrün. Früchte weißlich oder rot; hierher Taf Wafai (Früchte hellrot. Rispe sehr locker). Taf Hagai (Samen gemischt teils weiß teils rotbraun) und damit übereinstimmend Tschangar oder Tschengger¹⁾.

3. var. *purpurea* Hochst. Ährchen dunkelgraugrün, stahlblau oder violett überlaufen, Früchte rotbraun; hierher Gaije-Taf (brauner Taf).

4. var. *rubicunda* Hochst. Ährchen schwarzpurpur. Früchte weiß, hierher die Eingeborenenorte Beneigne.

Kanariengras, *Phalaris canariensis* L. Daß diese Pflanze, welche die als Vogelfutter bekannten „Spitzsamern“ (die von den Spelzen befreite Frucht ist 4 × 2 mm groß) liefert, in Frankreich u. a. auch als „millet long“ (längliche Hirse) bezeichnet wird, mag genügend Grund sein, sie hier auch mit zu behandeln.

Als Ursprungsland werden gewöhnlich die Kanarischen Inseln angegeben. Die älteren Botaniker, bei denen sich zuerst Kanariengras findet, berichten, daß der Samen von den Kanarischen Inseln zugleich mit den kanarischen Vögeln und aus Spanien komme. Angebaut wird die Pflanze zur menschlichen Nahrung in einigen Mittelmeerländern, wie Italien und Spanien. Benutzt wird sie teils zu Mehlspeisen, teils mit Weizenmehl gemischt zu Brot. Man hat den in Frankreich oder Spanien gebräuchlichen Namen Alpiste für ein baskisches Wort gehalten und Körnicke fügt hinzu: „Ist diese Ansicht richtig, so würde sie für eine sehr alte Benutzung dieser Pflanze auf der Pyrenäischen Halbinsel sprechen.“ Der Niederländer Dodoens gibt aber schon 1566 an, daß die Saat aus Spanien und den Kanarischen Inseln eingeführt werde. Wild kommt die Pflanze in Südeuropa, stellenweise als Saatunkraut, in großer Menge vor²⁾. Heimisch ist sie ferner auf den Kanarischen Inseln³⁾. Bei uns in Deutschland tritt die Pflanze nicht selten in verwildertem Zustande auf, aus mit dem Kehrriech auf das Land geratener Saat erwachsen.

Ob die Pflanze auch auf den Kanarischen Inseln, ob sie in Nordafrika zur Mehlbereitung gebaut wird, darüber habe ich nichts in

¹⁾ Dieser letzte Name erinnert an das Tschénna, womit (nach Barth) die Eingeborenen von Baghirmi die dort benutzte Wildpflanze (s. oben) bezeichnen.

²⁾ F. Körnicke, Die Arten und Varietäten des Getreides. Berlin 1885, S. 238ff.

³⁾ E. Hallier, Flora von Deutschland. Gera, Bd. VII, S. 103.

Erfahrung bringen können. H. Meyer¹⁾ erwähnt ihren Anbau jedenfalls nicht. Immerhin scheint nach obigem festzustehen, daß man in Europa das Kanariengras und seine Verwendung zur menschlichen Nahrung nicht vor der Eroberung der Kanaren durch die Spanier (1402) vermerkt findet. Mit dem 15. oder 16. Jahrhundert wird das Kanariengras von unseren Botanikern allgemein erwähnt (Becker, a. a. O., S. 586). Das kann natürlich ein Zufall sein. Aber es wäre doch zu erwägen, ob es sich nicht vielleicht um eine alte Kulturpflanze der Guanchen auf den Kanarischen Inseln handelt, die sich nachdem auch über die westlichen Länder des europäischen Mediterrangebietes ausgebreitet hat. Der Name Alpiste könnte dann — die Verwandtschaft des Baskischen mit dem Hamitischen wurde oft hervorgehoben — wohl ebensogut Guanchisch wie Baskisch sein. Jedenfalls wären meines Erachtens auch nach dieser Richtung hin weitere Forschungen anzusetzen. Als die Kanarischen Inseln durch die Portugiesen, Spanier und Normannen wieder entdeckt und erobert wurden, befanden sich die Bewohner derselben noch in einem neolithischen Kulturzustande. Sie müssen damit spätestens in neolithischer Zeit den Zusammenhang mit ihrer alten Heimat Nordafrika verloren haben. Es wäre dabei durchaus denkbar, daß sie in ihrer Isolierung eine alte Kulturpflanze, die in Nordafrika seitdem vergessen worden ist, erhalten haben, oder aber das Kanariengras erst nach ihrer Isolierung als Ersatzgetreide auf ihren Inseln neu in Gebrauch genommen haben. Es ist eine immer dringlicher werdende Aufgabe, den Stand der Kultur der Guanchen zu Beginn des 15. Jahrhunderts auch in bezug auf Landbau und Viehzucht an Hand der ersten spanischen Berichte und kritischer Studien im Lande selbst zu rekonstruieren. Wir dürfen erwarten, daß damit auch der Zustand des Landbaues der ganzen mediterranen Rasse und des weiteren auch der Europas zu neolithischer Zeit eine nicht unwesentliche Erhellung erfahren wird. Denn nirgends sonst im Pflugbaukulturkreise kennen wir ein Volk, das bis auf unsere Tage im Stadium der Steinzeit verharret ist.

Tränengras, *Coix lacryma* L. Als ostasiatisches Gegenstück zum atlantischen Kanariengras sei hier noch kurz das Tränengras behandelt, wenn ich seine Hinzuziehung zu den Hirsearten auch nur damit begründen kann, daß es anderweitig schwer anzuschließen ist.

¹⁾ H. Meyer. Über die Urbewohner der Canarischen Inseln. Festschrift für A. Bastian, Berlin 1896.

Die zu den Mayideen (maisartige Gräser) gehörende Gattung *Coix* ist durch drei bis vier Arten in Indien und China vertreten. Die bekannteste dieser, *C. lacryma* L. (oder *C. lacryma* Jobi L.) ist durch die ganze Tropenzone verbreitet und wird in China kultiviert, weil die Früchte als diuretisches und antiphlogistisches Mittel gelten (Hackel, in Engler und Prantl: a. a. O., S. 211). Das Tränengras, auch Moses-, Christus- oder Marien tränengras genannt, ist einjährig, und wird bis über 1 m hoch. An jedem Blütenstand sind die ein bis zwei weiblichen Ährchen in eine elfenbein- oder porzellanartige, fast kugelige, harte Hülle (Scheidenteil des Tragblattes) eingeschlossen, während der die männlichen Ährenpaartragende Teil oben durch die Öffnung der Hülle frei hervorragt. Die in Glanz und Härte perlenähnlichen, flachsgrau bis graulichweiß gefärbten Hüllen („Frucht“) werden zu Halsketten, Rosenkränzen usw. verwendet, und dieserhalb wird die Pflanze vielfach angepflanzt. Ihre „Tränen“ sind noch heute in den Tropen ein beliebter Schmuck der Eingeborenen. Im östlichen Asien dienen die Früchte aber auch zur Nahrung¹⁾. In Japan wird nach Fesca²⁾ die Art bzw. Varietät *Coix agrestis* Lour. (= *Coix lacryma* var. *agrestis* Backer) unter dem Namen Hatomugi oder Yokui in geringem Umfange als Sommerfrucht angebaut. Meist werden die Stoppeln nach der ersten Ernte nicht umgebrochen, treiben im nächsten Jahre nochmals und sollen dann eine bessere Ernte als die erste geben. Die sehr nährstoffreichen Körner werden in Form von Grütze, zusammen mit Reis gekocht, als Krankenkost verwendet. Auch werden die Körner als Arzneimittel gehandelt. Auch in Niederländisch-Indien ist die Frucht als Speise in Gebrauch; sie soll den Reis im Geschmack ähnlich sein. Die Eingeborenen unterscheiden zwischen einer wilden (*djali batoe* auf Java) und einer eßbaren Form (*djali boeboer* auf Java). Die „wilden“ Früchte werden als Schmuck benutzt (K. Heyne: Die nützliche Pflanzen von Nederlandsch Indië. Batavia 1927, S. 151/52).

Schluß. In den einzelnen Abschnitten der vorliegenden Seiten hatten wir jeweils versucht, uns ein Bild von dem Ausgangszentrum und den Verbreitungswegen der betreffenden, gerade zur Behandlung stehenden Hirseform zu machen. Manches ist dabei

¹⁾ G. Hegi, Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München 1906, Bd. I.

²⁾ M. Fesca, Zur Kenntnis der japanischen Landwirtschaft. Berlin 1899 (II. Teil), S. 172, 73.

noch unklar geblieben und erfordert eine nochmalige Betrachtung im Rahmen der gesamten behandelten Hirsen. Auf unserer Karte III ist versucht worden, die Zusammenhänge der verschiedenen Provinzen der Hirsekultur, soweit es nach dem gegenwärtigen Stande unserer Erkenntnis möglich erscheint, darzustellen. Die Karte

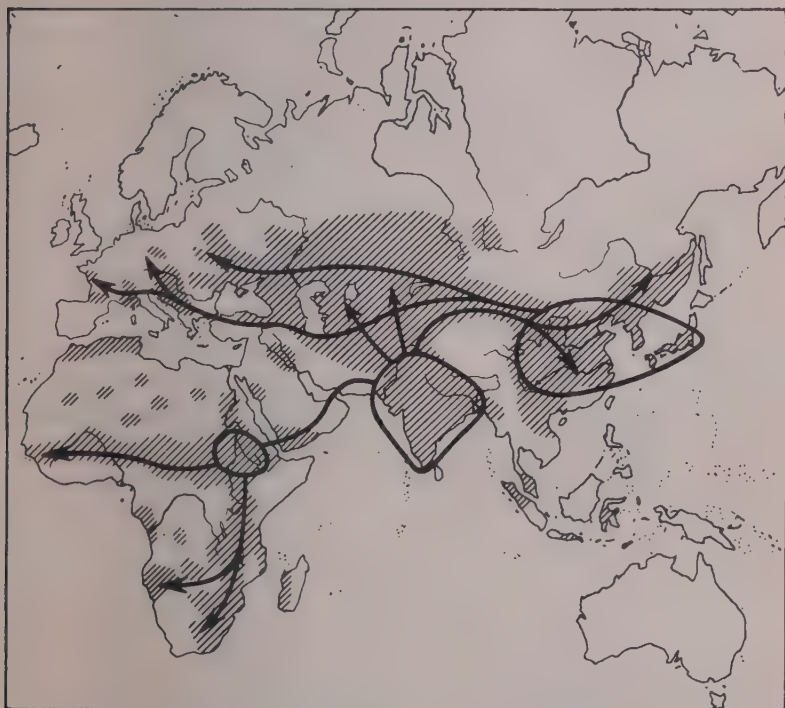


Abb. III. Verbreitung und Kulturzentren der Hirsen in der Alten Welt. Schraffiert = Hirsekultur. Die schwarzen Linien umfassen die mutmaßlichen Ausgangszentren der Kultur in Nordchina usw. für „unsere“ Hirsen und Vorderindien (mit Sekundärzentrum in Abessinien und dem ägyptischen Sudan) für die tropischen Hirsen und zeigen (als Pfeillinien) die Hauptausbreitungswege der Hirsekultur.

bringt als schraffierte Flächen die Hauptgebiete der Hirsekultur in der Alten Welt. Die erst ganz junghistorische Übertragung der Hirsekultur nach Amerika (vgl. Bender, S. 172/73) hat für die hier zu behandelnden Fragen weiter kein Interesse.

Es lassen sich unschwer aus unserer Karte und nach dem, was bei der einzelnen Hirseformen in bezug auf Herkunft und Verbrei-

tung ihrer Kultur schon gesagt wurde, drei Haupthirsegebiete unterscheiden.

1. Das ostasiatische Hirsegebiet. Es ist durch zweierlei besonders charakterisiert. Einmal dadurch, daß es — wie weiter vorn erkannt wurde — das Ausgangszentrum für „unsere“ Hirsearten (*Panicum miliaceum*, die Rispenhirse und *Setaria italica*, die Kolbenhirse) mit umschließt. Daß die Kultur dieser Hirsen von hier aus westwärts durch Ost- und Westturkestan gewandert ist, wurde ebenfalls oben schon wahrscheinlich gemacht. Dieser westwärts gerichtete Strom bewirkte offenbar, in Form des üblichen Kulturaustausches, eine Gegenströmung in östlicher Richtung, die dem ostasiatischen Hirsegebiet die Hauptform der tropischen Hirsen: *Andropogon sorghum*, die *Sorghum*-Hirse, in Ostasien als Kauliang bekannt, brachte. Und das ist die zweite Eigentümlichkeit des ostasiatischen Hirsegebietes: das fast gleichmäßige Vorkommen „unsere“ Hirsen zusammen mit der *Sorghum*-Hirse, welche letztere hier, weiter denn irgendwo sonst, nach Norden vorgetrieben wurde. Wie weit man das ostasiatische Hirsegebiet nach Westen ausgedehnt sein lassen will, ist vielleicht Geschmackssache. Ihm gegenüber steht jedenfalls im Westen

2. das europäische Hirsegebiet (Karte I). Es ist charakterisiert dadurch, daß es einmal durchaus Lehngebiet ist und zum zweiten fast ausschließlich nur „unsere“ Hirsearten (*Panicum miliaceum* und *Setaria italica*) kultiviert. Näheres, auch über seine Geschichte, bringt unsere Karte I und der zugehörige Text (weiter vorn). Außer Europa kann man die sommerkühleren Gebiete jenseits des Ural dazu rechnen.

3. Das indisch-afrikanische Hirsegebiet. Die Hirsekultur dieses Gebietes beruht vornehmlich auf den drei tropischen Arten: *Sorghum*- oder Mohrhirse (*Andropogon sorghum*), *Pennisetum*- oder Negerhirse (*Pennisetum typhoideum*) und Fingerhirse oder Korakan (*Eleusine coracana*). Wir hatten weiter vorn gesehen, daß als Urheimat und Ausgangsgebiet der Kultur dieser drei gewöhnlichen tropischen Hirsearten ungefähr von ebenso vielen Autoren Indien wie das tropische Afrika angenommen werden. Es ist aber bisher bei allen diesbezüglichen Auseinandersetzungen, wie oben schon angedeutet wurde, niemals die Frage erwogen worden, wie sonstige Kulturbewegungen zwischen den beiden genannten Ländern vorstatten gegangen sind. Gehen wir aber dieser Frage nach, so ergibt sich bald unzweideutig ein starker Kulturstrom in südwest-

licher Richtung, dem kaum irgend ein Gegenstrom an die Seite gestellt werden kann. So kann es heute keinem Zweifel mehr unterliegen, daß die ganze afrikanische Kultur südlich der Sahara (d. h. des „dunklen“, von dunkelfarbigen Rassen bewohnten Afrika) ihre Grundlage aus Süd- oder Südostasien entlehnt hat. Das gilt auch für die wichtigsten und ältesten Kulturpflanzen (vgl. u. a. E. Werth:

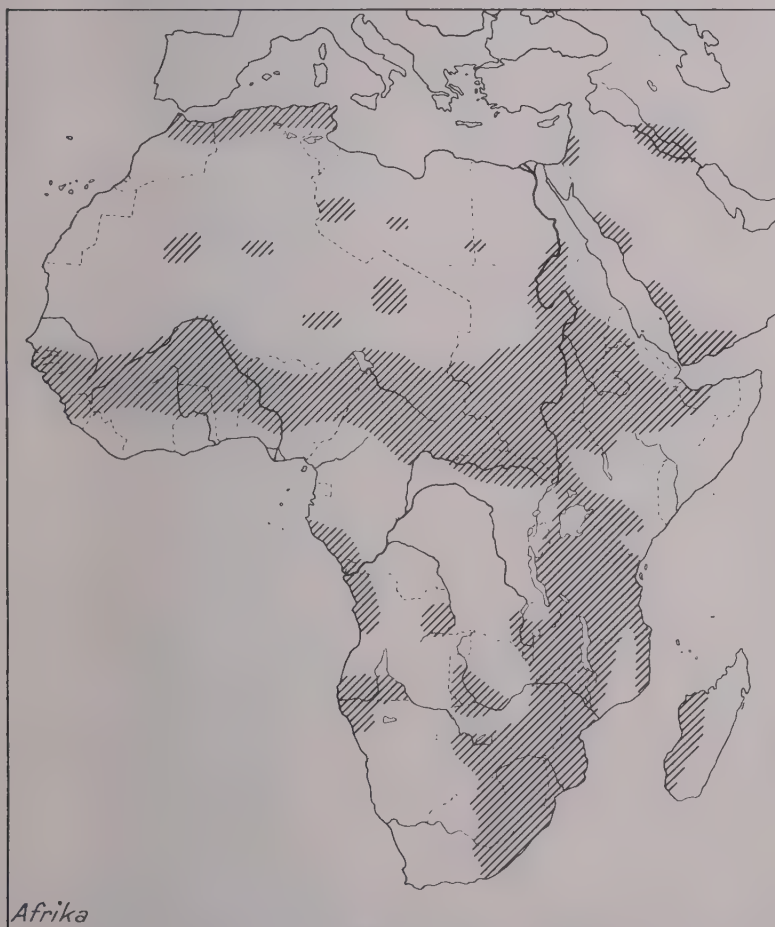


Abb. IV. Verbreitung der Hirse in Afrika. Schraffiert = vorwiegend Hirseanbau (betrifft — abgesehen vom nordafrikanischen Küstengebiet — so gut wie ausschließlich die 3 tropischen Hirsearten: *Sorghum*, *Pennisetum* und *Eleusine*).

Nach Bender, Piette u. a.

Zur Natur- und Kulturgeschichte der Banane. Festschrift für Ed. Hahn, Stuttgart 1917, S. 22—58). Betreffs der Hirse in Afrika wie in Indien ist bemerkenswert, daß sie ganz und gar mit der Zucht des Zeburindes verkoppelt erscheint. Wie ein Vergleich unserer Karten IV und V ohne weiteres erkennen läßt, decken sich in Afrika die Hauptgebiete der Hirsekultur recht gut mit dem Gesamtgebiet der Rinderzüchterkulturen (*Bos zebu africanus*, sog. Sangarind)¹⁾, die in Hüttenform, Tracht, Bewaffnung und sozialer Gliederung alle eng miteinander verbunden sind. Da, wo diese Rinderzüchterkulturen die extreme Form reinen Hirtennomadentums zeigen, wie im Osthorn von Afrika (Galla, Somali, Massai) und in der Westhälfte Südafrikas (Hottentotten und Herero), fällt naturgemäß der Hirsebau (auf unserer Karte IV) aus. Diese afrikanischen Rinderzüchterkulturen haben sich offensichtlich über eine ältere Schicht reiner Hackbauneger gelagert und diese in Ostafrika fast aufgesogen, während dieselben sich in dem feuchtheißen Regengebiet Westafrikas in größerem Umfange erhalten haben. So zeigt unsere Karte V, wie im Westen das Gebiet des sog. „Westafrikanischen Kulturkreises“ fast genau von den Rinderzüchterkulturen ausgespart geblieben ist. Das wenig umfangreiche ostafrikanische Äquivalent dazu ist das Gebiet der sog. Älteren oder Metamorphen Bantu²⁾. Daß letzten Endes klimatische Unterschiede und damit solche der großen Züge der Vegetationsgliederung maßgebend für die Verteilung der verschiedenen wirtschaftlichen Einheiten in der Eingeborenenkultur gewesen sind, habe ich an anderer Stelle dargestellt (E. Werth: Klima, Vegetation und Landbaugebiete in Afrika. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., LIV, 1936, S. 563 ff.).

So kann es keinem Zweifel unterliegen, daß für Afrika das Zeburind und die Hirsekultur (als einzige afrikanische Getreidekultur — die Hackbauneger bevorzugen Knollenfrüchte) ein und demselben einheitlichen Kulturstrom und damit demselben Ausgangszentrum angehören müssen. Da nun in Afrika südlich der

¹⁾ Wegen der Systematik vgl. Werner: Die Rinderzucht. Berlin 1912. — Näheres über das afrikanische Eingeborenenrind bei G. Lichtenheld. Rinderzucht in Deutsch-Ostafrika. „Tropenpflanzer“, 17. Jahrg., 1913, S. 405 ff. — Die Verbreitung des Rindes in Afrika bringt H. Kroll. Die Haustiere der Bantu. Zeitschr. f. Ethnologie, 60. Jahrg., 1928, Berlin 1929, S. 177 ff. — Über Rinderzüchterkulturen vgl. F. Ratzel, Völkerkunde, 2. Bd. (2. Aufl.), Leipzig-Wien 1895.

²⁾ Vgl. Karte bei E. Werth. Die Ölpalme in der Kultur der Eingeborenen. Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft, Bd. LIV, 1936, S. 621 ff.

Sahara taurine Rinder, wie sie als Ausgangsform der Rinder- bzw. Zebuzucht vorauszusetzen wären, nirgends bekannt und auch für prähistorische Zeit nicht nachweisbar sind, so muß das Zentrum der Zebuzucht außerhalb des schwarzen Erdteils gesucht werden. Und da kommt nur das zweite Hauptgebiet des Zeburindes und zu-

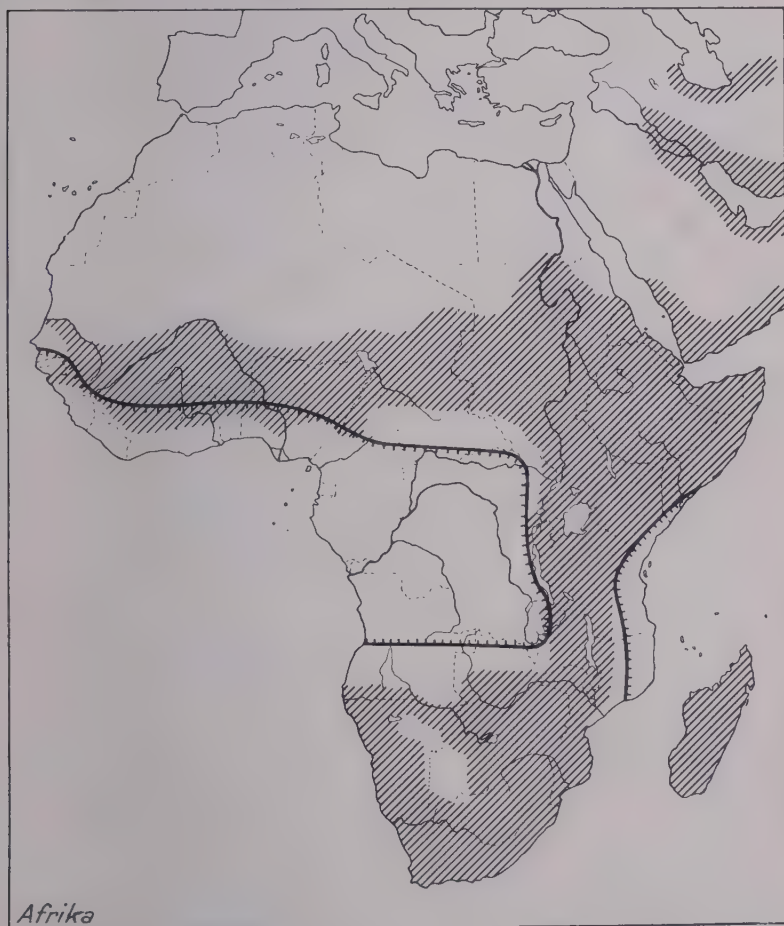


Abb. V. Kulturkreise im „dunklen“ Afrika. Schraffiert = Rinderzüchterkulturen = Verbreitung des Zebu-Rindes (nach Kroll, Ratzel, Lichtenheld u. a.). Gezähnte Linien: umfassen die reinen Hackbaukulturen = „Westafrikanischer Kulturkreis“ (nach einer Karte im Museum für Völkerkunde-Hamburg) im Westen und Gebiet der „älteren Bantu“ im Osten (nach Werth u. a.).

gleich der Kultur der drei tropischen Hirsearten in Betracht, nämlich Indien. Da wir hier in Vorderindien und den nächsten Nachbarländern gleich fünf verschiedene Hausrindarten antreffen, die auf ebenso viele Wildformen zurückgehen, während alle anderen wilden Rinderformen der Erde bis heute ungezähmt geblieben sind, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß wir auch hier im mittleren Süd-asien, d. h. Indien, den Ausgangspunkt der Zebuzucht vor uns haben. Und bei der innigen Verkoppelung dieser mit der Kultur der drei genannten tropischen Hirsen dürfen wir auch das Ausgangszentrum dieser letzteren zweifelsohne in Indien suchen. Dabei ist es,



Abb. VI. Verbreitung von Bluthirse, Hühnerhirse und Verwandten. Die schwarzen Linien umfassen das mutmaßliche Ausgangszentrum der Kultur in Indien wie das Sekundärzentrum in Abessinien und zeigen (als Pfeillinien) die aus anderweiten Tatsachen gefolgerten großen Kulturströme an: Indogermanischer Kulturstrom in nordwestlicher, äthiopischer Kulturstrom in südwestlicher und ostasiatischer Kulturstrom in nordöstlicher Richtung. Diesen Kulturströmen fügen sich die bekannten Fundplätze der genannten primitiven Kulturhirszen zwanglos an.

wie schon weiter vorn für *Pennisetum*-Hirse mehr als wahrscheinlich gemacht werden konnte (vgl. Karte II), auch für die beiden anderen tropischen Hirsearten nicht ausgeschlossen, daß sie ein Sekundärzentrum ihrer Kultur in Afrika selbst haben, in welchem unter Umständen auf einheimische Arten oder Varietäten als Ersatz-Wildformen zurückgegriffen sein kann. Als solches Sekundärzentrum kommt in erster Linie Abessinien und seine Nachbargebiete in Betracht. Es ist das ein Zentrum, welches auch sonst als afrikanisches Ausgangsgebiet der äthiopischen und äthiopisch beeinflussten afrikanischen Kulturen — es sind das in ihrer Gesamtheit wieder die afrikanischen Rinderzüchterkulturen — außer Frage steht und auch, wie wir gleich noch sehen werden, für die Urkultur Ägyptens nicht ohne Bedeutung gewesen ist. Das Blockschema der Abb. VII soll es verständlich machen, wie ganz besonders hohe Gebirgsländer geeignet sind, zu Zentren der Kultur von Nutzpflanzen zu werden. Die durch die verschiedenen Höhenlagen bedingten, geographisch nahe benachbarten Zonen müssen durch die verschiedenen Daseinsbedingungen das Variieren der Arten und Formen befördern und auf verhältnismäßig engem Raume den Anbau von Kulturpflanzen verschiedenster klimatischer Anpassungstypen und Herkünfte ermöglichen. So sehen wir auf dem Schema die tropischen Kulturen der tieferen Lagen nach oben allmählich abgelöst durch weniger empfindliche Kulturen kühlerer Klimate bis zu den typischen Getreidearten unserer europäischen Pflugbaukultur.

Dieses gedachte Ausgangszentrum der afrikanischen Rinderzüchterkulturen liegt selbst noch im großen asiatisch-europäisch-nordafrikanischen Pflugbaukulturkreise, wenn auch hart an der Grenze. Das ist sehr bemerkenswert, weil es sich für uns hier ja um Getreidepflanzen handelt, wie sie sonst (abgesehen vom amerikanischen Mais) sonst außerhalb des Pflugbaukulturkreises nicht gezogen werden. Im übrigen liegen aber die Rinderzüchterkulturen, bei denen es sich ja, wie ausgeführt, um eine Überlagerung äthiopischer Rassen- und Kulturelemente über eine ursprüngliche Hackbau-Negerkultur handelt, außerhalb des Pflugbaukulturkreises.

Das Gesagte wird noch verständlicher, wenn wir nun auch nochmals einen Blick auf die kleinen Hirsearten aus der Gruppe der Blut- und Hühnerhirse werfen¹⁾. Es sind das die Bluthirse (*Panicum sanguinale*), Hühnerhirse (*P. crus galli*) mit den Varietäten: *P. fru-*

¹⁾ Auf *Coix* und *Phalaris* brauchen wir hier nicht mehr zurückzukommen.

mentaceum und *P. colonum*, *P. miliare*, *Paspalum serotriculatum* (= *P. frumentaceum*) und *exile*. Auch für sie ist als Ausgangsgebiet Indien sehr wahrscheinlich gemacht. Die übrigen kaum ein viertel Hundert betragenden Fundorte dieser interessanten, augenscheinlich im Erlöschen begriffenen Kulturpflanzen fallen bestens überein mit

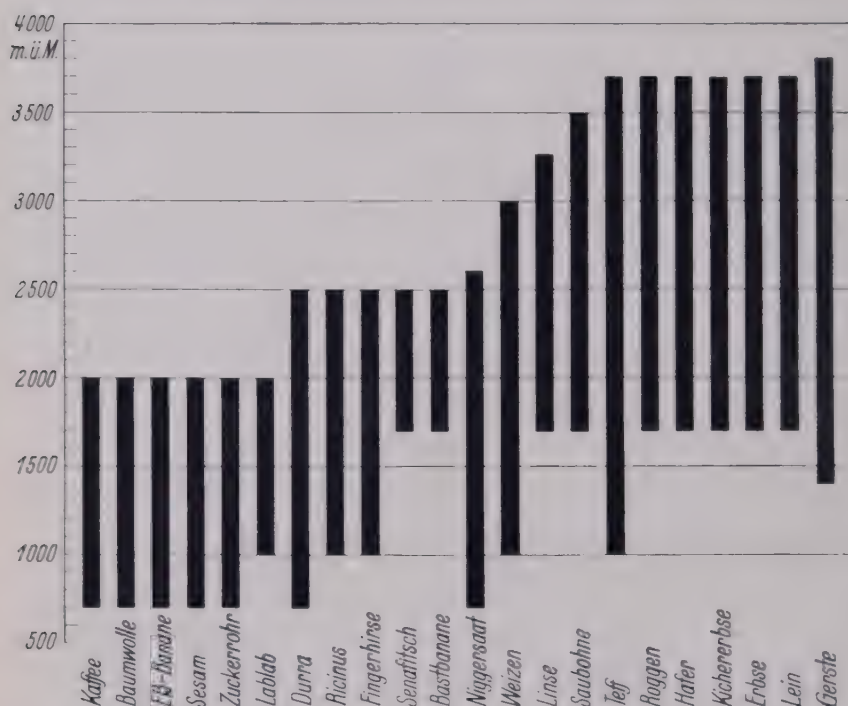


Abb. VII. Höhenstufen der landwirtschaftlichen Kulturen in Abessinien. Nach Kostlan (Übersicht S. 220) und einige Textangaben — Senafitsch ist ein Senfgewächs, Niggersaat eine Ölfrucht aus der Familie der Körbchenblütler).

wichtigen Hauptkulturströmen, die für sich aus ganz anderen Tatsachen heraus abgeleitet werden müssen. Es sind also auf unserer Karte VI die Pfeillinien nicht etwa auf Grund der besagten Fundorte (als Verbindungslinien) gezogen worden. Es sind, von einem ungefähr in Vorderindien liegenden Zentrum ausgehend, nach Nordwesten der indogermanische Kulturstrom (er ist der Hauptträger des Indogermanentums, charakteristisch ist für ihn die vorder-

asiatisch-dinarische Rasse) nach Nordosten der ostasiatische Kulturstrom (charakteristisch für ihn sind die mongolischen Ackerbauvölker und die indochinesischen Bingeblieder derselben mit dem indischen Kulturzentrum) und nach Südwesten der äthiopische Kulturstrom mit eigenem Sekundärzentrum (Abb. VII), mit dem wir uns vorhin schon näher befaßt haben (Hauptträger: die äthiopische Rasse [dunkle Hamiten]). Das Sekundärzentrum dieses letztgenannten Kulturstromes sendet auf unserer Karte VI auch einen Ableger nordwärts nach Ägypten, wo wir bereits für die Steinzeit (siehe weiter vorn) *Panicum colonum* feststellen konnten. Damit ergibt sich auch für den ganzen äthiopischen Kulturstrom eine Altersbestimmung. Sie erscheint weiterhin dadurch bestätigt, daß die jungsteinzeitlichen (neolithischen) Funde (sogen. Walzenbeile) in Afrika südlich der Sahara sich derart im Gebiete der Rinderkulturen (= Hirsekultur) häufen, daß — unbeschadet der immerhin noch verhältnismäßig geringen Menge der Gesamtfunde — nicht daran zu zweifeln ist, daß hier ein Zusammenhang besteht, und die ganze entsprechende Kulturbewegung mindestens bis in die Jungsteinzeit zurückreicht. Daß auch der nordwestliche, indogermanische Kulturstrom mindestens neolithischen Alters sein muß, ergibt sich u. a. aus einer ganzen Reihe neolithischer Funde von Kulturpflanzen, deren Heimat (von uns aus gesehen) im Südosten liegen muß. Da nun zu den neolithischen Kulturpflanzenfunden außerdem auch „unsere“ beiden Hirsen gehören, die, wie wir sahen, aus dem ostasiatischen Ausgangszentrum dieser Hirsearten stammen, so muß auch dieses Ausgangszentrum bereits mindestens im Neolithikum bestanden haben und mithin auch wohl sein Zusammenhang mit dem südasiatischen Ackerbau — d. h. aber nichts anderes, als der ostasiatische Kulturstrom — gleichen Alters sein. Daß dieses letztere wirklich der Fall ist, dafür haben wir auch einen direkten Beweis. Denn gerade die Hauptkultur der Übergangsländer zwischen Indien und (Nord-) China, die für diese Gebiete so überaus wichtige Reiskultur, ist in China für die Jungsteinzeit belegt. In der neolithischen sogenannten Yan-Shao-Kultur (Provinz Honan) haben sich bestimmbare Reste davon gefunden (G. Edmann u. E. Söderberg, Bull. of Geolog. Soc. of China Vol. 8, Nr. 4, Pecking 1929). Wie für den indogermanischen Kulturstrom das *Brachyceros*-Rind, für den äthiopischen das Zebu-Rind, so ist für die Reiskultur und damit für die Länder, durch die sich der ostasiatische Kulturstrom bewegt haben muß, der Büffel

(Kerabau) charakteristisch. Er ist vor den Pflug gespannt, der die Furchen im überschwemmten Reisacker zieht. Und dieser Pflug hat im Südosten eine Grenze, die mit der der Reiskultur zusammenfällt. Beide gehören also zusammen und werden damit gleichen Alters sein, zumal außerhalb des Pflugbau-Kulturkreises nirgends ursprünglicher Reisbau nachzuweisen ist.

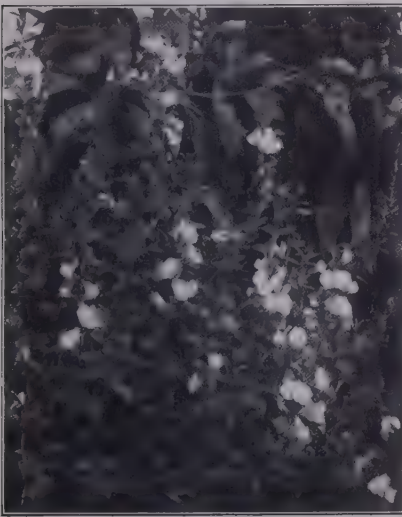
Aus der Lage der beiden westwärts gerichteten Kulturströme, des indogermanischen und des äthiopischen, wird auch das wechselnde — bald vermittelnde, bald trennende — Verhalten des Mittelmeeres verständlich: trennend wie bei den Hirsen, vermittelnd wie z. B. beim Emmer, dessen Ausgangsgebiet (nach Maßgabe seines Wildvorkommens) in dem Winkel zwischen beiden genannten Strömen westwärts vorgeschoben erscheint. Den markantesten Ausdruck findet diese eigenartige Rolle des Mittelmeeres wohl in der auffallenden, kulturgeschichtlich meines Erachtens viel zu wenig gewürdigten, Tatsache der gleichen Rasse aber verschiedener Sprachgruppen nördlich und südlich des Mittelmeeres.

Aus dem Gesagten ergibt sich für die Hirsen und damit für jeglichen Getreidebau (in der Alten Welt) ein Zusammenhang mit der Pflugkultur und ein mindestens jungsteinzeitliches Alter. Wichtigstes Ausgangszentrum der Hirsen ist Indien, von wo sowohl die großen tropischen Hirsen, als auch die kleinen aus der Verwandtschaft der Blut- und Hühnerhirse sich in die verschiedenen Gebiete auf dem Wege der wichtigsten Kulturströme des Pflugbau-Kulturkreises ausgebreitet haben. In einem dieser Lehngebiete, in Ostasien, kam es zur Kultur von Ersatzpflanzen für die kleinen Hirsen und damit zum Ausgangszentrum auch für unsere europäischen Hirsen (Rispen- und Kolbenhirse). So ungefähr haben wir uns nach meinen Ausführungen auf den vorstehenden Blättern den Gang der Geschehnisse im Verlauf der Kultur der Hirse vorzustellen, der Hirse, die für uns in Westeuropa allgemein fast zur Märchenperson geworden, aber für große Volksschichten weiter Länderräume außerhalb unseres engeren Gesichtskreises auch heute noch das „tägliche Brot“ und damit volkswirtschaftlich von größter Bedeutung ist.

Kleine Mitteilung.

**Über Beischlüsse von Unkrautsamen in Proben von Rotklee-
samen lettländischer Herkunft.**

Als weiterer Beitrag zu den bisher erschienenen Veröffentlichungen über Provenienzbestimmungen von Samensorten sollen hier Untersuchungen wiedergegeben werden, die von dem Leiter des Pflanzenkabinetts der Landwirtschaftlichen Fakultät der lettländischen Universität in Riga Prof. Dr. agr. I. Warsberg in den Jahren 1926 bis 1929 durchgeführt worden sind. Diesem Bericht liegt eine kleine Übersicht zugrunde, die dem Landwirtschaftlich-botanischen Untersuchungsamt Breslau über die Typen des in Lettland kultivierten Rotklee, seine Samenfarben und die im Rotkleeaatgut vorkommenden Unkraut-



Ononis hircina Jacq.

samen gegeben wurde. Die lettischen Rotkleeherkünfte werden aller Voraussicht nach für das Wachstumsjahr 1937 auch für die Samenversorgung Deutschlands von Bedeutung sein. Daher dürften die Abbildungen von Beischlüssen, die eine Unterscheidung lettländischer Herkünfte von unseren einheimischen unter Umständen ermöglichen könnten, besonderes Interesse haben. Die Bestimmung der *Ononis arvensis* L. als *Ononis hircina* Jacq. nahm Herr Lehrer E. Schalow, Breslau, vor. Für Wegweisungen ist Herrn Dr. sc. nat. H. v. Rathlef, Sangerhausen, für photographische Mitwirkung Herrn Studienrat Martin Deckart, Breslau Krietern, sowie Fräulein Herta Pieler, Breslau, zu danken.

I. Rotkleetypen.

In Lettland unterscheidet man 2 Typen des Rotklee: einen Früh- und einen Spätklee. Im Jahre 1926 wurden 14 Rotkleeproben, die zur Untersuchung an Prof. Warsberg eingesandt worden waren, zur Feststellung ihrer Typen und des beigemengten örtlichen Saatmaterials in Riga angebaut. 4 Proben waren als lettländischer Frühklee, 4 als lettländischer Spätklee und 6 als ausländischer Rotklee bezeichnet. Die Entwicklung der Pflanzen auf dem Felde war sehr verschieden. Fast alle Muster erwiesen sich als Mischungen verschiedener Typen, und nur eines, welches aus einer bestimmten Wirtschaft stammte, konnte nach der Ausgeglichenheit seiner Pflanzen als ein einheitlicher Spätklee angesehen werden.

Im Jahre 1927 wurden in derselben Absicht 21 Kleeproben ausgesät, davon 18 von verschiedenen Firmen und 3 aus bestimmten Wirtschaften.

Im Jahre 1928 wurden 39 Muster von Rotkleeasamen ausgesät, die alle aus bekannten Wirtschaften verschiedener Gegenden Lettlands erhalten worden waren.

Die entsprechenden Anbauversuche zeigten, daß die von Firmen erhaltenen Saatproben sehr oft nicht den ihnen gegebenen Bezeichnungen des Typus entsprachen, während die meisten der aus bekannten Wirtschaften erhaltenen Rotkleeproben Pflanzen von ausgeglichenem Typus zeigten. Die Frühkleetypen aus einigen Wirtschaften überwinterten verschieden, in Abhängigkeit von ihrem Akklimatisationszustande. Daraus sehen wir, daß die Eigenschaften der Kleeasamen nicht nur von ihrem Typus, sondern auch von den klimatischen Verhältnissen des Herkunftsortes abhängig sind.



Politische Grenzen Lettlands. (Aus NS Landpost.)

II. Samenfarbe.

In bezug auf die Farbe der Kleeasamen kann man im allgemeinen sagen, daß die Gesamtmenge violetten Samens in Vidseme (Livland) höher als in Kurseme (Kurland) ist, weil man in Kurseme (Semgallen) in größerem Ausmaße den Frühklee anbaut, dessen Samen vom zweiten Schnitt gewonnen werden, während man in Vidseme mehr den Spätklee anzubauen pflegt, dessen Samen vom ersten Schnitt erhalten werden. Im allgemeinen ist die Samenfarbe natürlich sehr abhängig von der Erntezeit und den meteorologischen Verhältnissen.

Wir fügen die Daten über die prozentuale Zusammensetzung einiger Kleesaatproben nach ihrer Färbung hinzu.

Untersuchungen des Jahres 1927.

In Prozenten:	Vidsemes Saat		Kursemes Saat	
	Durchschnitt der Proben	Schwankungen nach Wirtschaften	Durchschnitt der Proben	Schwankungen nach Wirtschaften
Violette Samen . . .	22,98	28,36—18,02	26,00	36,39—18,70
Hellviolette Samen . .	26,75	31,73—20,20	17,88	21,98—15,77
Gelbe Samen . . .	19,26	26,54—13,94	24,15	28,19—18,75
Braungelbe Samen . .	7,50	8,94—6,02	11,96	19,31—6,94
Braune Samen . . .	21,00	37,77—9,46	16,17	21,69—5,86
Sehr dunkle Samen . .	2,51	4,74—1,13	3,84	6,21—0,64

Untersuchungen des Jahres 1929.

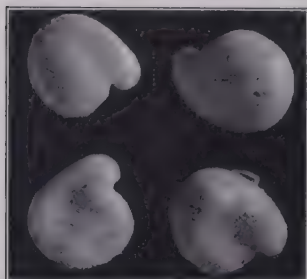
In Prozenten:	In Proben v. Spätklee	In Proben v. Frühlklee	Schwankungen bei Spätklee-Proben	Schwankungen bei Frühlklee-proben
Violette Samen . . .	27,23	26,36	48,38—18,54	39,69—19,67
Hellviolette Samen . .	31,81	32,25	37,26—25,38	51,40—19,56
Gelbe Samen . . .	26,08	15,78	37,51—11,92	23,90—12,51
Braungelbe Samen . .	10,74	16,88	17,65—1,22	26,25—9,32
Braune Samen . . .	4,14	8,73	11,25—0	14,43—5,19

III. Arten und Menge (Samenzahl) von Unkrautsamen in 605 Rotkleesaatproben, jede zu 10 g lettländischer Handelsware¹⁾ des Jahres 1927/28.

1. *Plantago lanceolata* — 40395; 2. *Rumex acetosella* — 6572; 3. *Brwnella vulgaris* — 4244; 4. *Rumex acetosa* — 2690; 5. *Chrysanthemum leucanthemum* — 2569; 6. *Melilotus albus* 2261; 7. *Agropyrum repens* — 2050; 8. *Matricaria inodora* — 1478; 9. *Cerastium triviale* — 1304; 10. *Cirsium arvense* — 964; 11. *Daucus carota* 892; 12. *Anthemis tinctoria* — 672; 13. *Anthemis arvensis* — 632; 14. *Ranunculus acer* etc. — 577; 15. *Bromus secalinus* — 413; 16. *Plantago major* — 391; 17. *Stellaria graminea* — 345; 18. *Chenopodium album* — 278; 19. *Sinapis arvensis* — 275; 20. *Galium mollugo* — 253; 21. *Centaurea jacea* — 209; 22. *Carex* sp. (einige) — 190; 23. *Achillea millefolium* — 189; 24. *Silene vulgaris* — 180; 25. *Arenaria serpyllifolia* — 175; 26. *Potentilla argentea* — 167; 27. *Spergula arvensis* — 157; 28. *Myosotis intermedia* — 92; 29. *Cirsium lanceolatum* — 91; 30. *Stachys palustris* — 71; 31. *Melandrium album* — 66; 32. *Polygonum aviculare* — 65; 33. *Stellaria media* — 58; 34. *Anthoxanthum odoratum* — 52; 35. *Scleranthus annuus* — 51; 36. *Lepidium campestre* — 47; 37. *Geranium dissectum* — 45; 38. *Leontodon autumnalis* — 40; 39. *Carum carvi* — 39; 40. *Polygonum lapathifolium* — 28; 41. *Papaver argemone* — 27; 42. *Ononis arvensis* L. = *Ononis hircina* Jacq. — 19;

¹⁾ Beimengungen ausländischer Herkünfte nicht ausgeschlossen.

43. *Sonchus arvensis* — 19; 44. *Mentha aquatica* — 18; 45. *Lamprana communis* — 17; 46. *Echium vulgare* — 14; 47. *Thlaspi arvense* — 14; 48. *Cichorium intybus* — 13; 49. *Delphinium consolida* — 9; 50. *Anthyllis vulneraria* — 9; 51. *Apera spica venti* — 7; 52. *Torylis anthriscus* — 7; 53. *Phacelia tanacetifolia* — 6; 54. *Euphrasia odontites* — 6; 55. *Setaria viridis* — 5; 56. *Sisymbrium sophia* — 5; 57. *Viola tricolor* — 4; 58. *Polygonum persicaria* — 4; 59. *Barbarea vulgaris* — 3; 60. *Galium aparine* — 3; 61. *Hypericum perforatum* — 3; 62. *Knautia arvensis* — 2; 63. *Cuscuta trifolii* — 2; 64. *Centaurea cyanus* — 2; 65. *Convolvulus arvensis* — 2; 66. *Bidens tripartitus* — 1; 67. *Camelina sativa* — 1.

*Ononis hircina*.*Chrysanthemum leucanthemum*
Fruchtpäckchen.

IV. Arten und Menge (Samenzahl) von Unkrautsamen aus einer Untersuchung des Jahres 1929 von frühen und späten Rotklee- und Spätkleearten aus verschiedenen Gegenden Lettlands.

	In den Spätklee- proben				In den Frühklee- proben
	Ober- Vidseme	Semgale	Semgale	Kur- seme	Semgale
	Durch- schnitt a. 4 Proben zu 1 kg	Durch- schnitt a. 2 Proben zu 1 kg	Durch- schnitt a. 3 Proben zu 1 kg	Durch- schnitt a. 3 Proben zu 1 kg	Durch- schnitt aus 3 Proben zu 1 kg
1. <i>Brunella vulgaris</i>	1076	10459	149	110	9
2. <i>Rumex acetosella</i>	33305	64577	271	266	—
3. <i>Chenopodium album</i>	579	976	87	47	123
4. <i>Matricaria inodora</i>	463	185	261	375	94
5. <i>Agropyrum repens</i>	30	91	377	44	149
6. <i>Myosotis intermedia</i>	375	30	107	13	—
7. <i>Polygonum aviculare</i>	196	40	60	14	58
8. <i>Carex sp.</i> <i>Juncus sp.</i> <i>Scirpus sp.</i>	96	439	17	17	—
9. <i>Ranunculus acer</i>	179	5	12	16	—
10. <i>Rumex acetosa</i>	67	128	244	228	500
11. <i>Achillea millefolium</i>	2639	90	12	46	—
12. <i>Spergula arvensis</i>	1403	800	6	20	—

Fortsetzung der Tabelle.

	In den Spätkleeproben				In den Frühklee- proben
	Vidseme Durchschnitt a. 4 Proben zu 1 kg	Ober- Semgale Durchschnitt a. 2 Proben zu 1 kg	Semgale Durchschnitt a. 3 Proben zu 1 kg	Kur- seme Durchschnitt a. 3 Proben zu 1 kg	Semgale Durchschnitt aus 3 Proben zu 1 kg
13. <i>Polygonum lapatifolium</i>	571	30	16	7	64
14. <i>Cirsium arvense</i>	—	25	50	169	27
15. <i>Cerastium triviale</i>	2604	80	7	—	—
16. <i>Melandryum album</i>	1286	100	62	—	62
17. <i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	14	25	66	3	—
18. <i>Plantago lanceolata</i>	—	5	946	406	892
19. <i>Anthemis tinctoria</i>	783	109	7	—	—
20. <i>Leontodon autumnal.</i>	27	—	—	3	—
21. <i>Medicago lupulina</i>	—	312	97	562	6356
22. <i>Sinapis arvensis</i>	—	—	293	57	1762
23. <i>Plantago major</i>	1136	—	—	454	—
24. <i>Sonchus arvensis</i>	325	5	77	—	—
25. <i>Centaurea jacea</i>	469	6	13	—	—
26. <i>Anthoxanthum odoratum</i>	10	2	—	—	—
27. <i>Melilotus albus</i>	—	—	25750	17	892
28. <i>Anthemis arvensis</i>	543	—	—	—	—
29. <i>Mentha arvensis</i>	625	25	—	—	—
30. <i>Carum carvi</i>	—	—	17	3	—
31. <i>Thlaspi arvense</i>	2	—	10	3	—
32. <i>Sclerantus annuus</i>	17	—	—	3	—
33. <i>Stellaria graminea</i>	137	—	—	4	—
34. <i>Centaurea cyanus</i>	5	—	—	—	1
35. <i>Lampsana communis</i>	—	5	—	4	—
36. <i>Galium aparine</i>	—	—	—	34	—
37. <i>Cirsium lanceolatum</i>	—	—	—	10	—
38. <i>Potentilla argentea</i>	80	—	—	—	—
39. <i>Viola arvensis</i>	10	—	—	—	—
40. <i>Stachys palustris</i>	—	—	—	6	20
41. <i>Papaver spec.</i>	—	—	—	—	12
42. <i>Galium mollugo</i>	—	—	—	—	42

Die Samenproben wurden aus mehreren Wirtschaften genannter Gegenden Lettlands sofort nach erfolgtem Drusch erhalten. Die Proben des Spätklee-Typus wurden von dem ersten Schnitt, die des Frühklee-Typus vom zweiten Schnitt erhalten. *Ononis*-Samen sind nur in den Kleeproben der Wirtschaften der Ebene von Jelgava (Mitau) anzutreffen.

Dr. Oberstein, Breslau.

Besprechungen aus der Literatur.

Der deutsche Wald. Sein Leben und seine Schönheit. Ein Führer durch die Wälder unserer Heimat. Über 500 Bilder im Text und 40 z. T. farbige Tafeln. Preis geb. RM 22.—. Ullstein-Verlag Berlin 1936.

Das Buch stellt ein gemeinsames Werk von vielen Fachmännern dar, zu welchen auch bekannte deutsche Forscher und Naturwissenschaftler gehören. So hat z. B. Dr. Hueck die Kapitel über den geschichtlichen Teil der Waldbildung und die Waldgesellschaften, Dr. Heinroth über die Vögel des deutschen Waldes, Forstmeister Dr. Monroy über den Forstmann als Jäger und Heger und über Waldstatistik geschrieben. Außerdem erzählen acht Jäger (darunter auch P. Vetterli und v. Kapherr) ihre Wald- und Jagdgeschichten. Auch ein Kapitel über den Wald in der deutschen Kunst sowie einige Dichtungen sind nicht vergessen worden. Das inhaltsreiche Buch ist für die breiteren Volksschichten bestimmt und will ein Führer sein in die „zwar von jedem erfüllte, aber zu wenig erkannte Welt voller Schönheiten, Seltsamkeiten und Geheimnisse“. Dieses Ziel wurde von den Herausgebern und dem Verlag in bezug auf den umfassenden Inhalt, prachtvolle Wiedergabe der zahlreichen ausgezeichnet gelungenen Aufnahmen (z. T. auch farbig) erreicht. Das Buch gehört zweifellos zu den besten bis heute vorhandenen leicht verständlichen Werken über den deutschen Wald überhaupt. Als solches ist es als ein willkommenes und wertvolles Geschenk für jedermann geeignet und für die Jugend, Naturliebhaber und Wanderer geradezu unentbehrlich.

M. Klemm, Berlin-Dahlem.

Muth, Fr. und Birk. Lehrbuch des Weinbaues und der Kellerwirtschaft für Winzer und Küfer. 1936. 279 S., 127 Abb. Verlag Rud. Bechtold & Comp., Wiesbaden. Broschiert 6.— RM., gebunden 7,50 RM.

Fr. Muth, der langjährige Direktor der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a. Rh., gehört zu den erfolgreichsten Forschern auf dem Gebiete des Weinbaues und der Kellerwirtschaft. Sein Name bürgt daher dafür, daß das vorliegende Werk fachwissenschaftlich auf der Höhe steht. In knapper, leicht verständlicher Form haben die beiden Autoren den umfangreichen Stoff so zu meistern verstanden, daß jeder Winzer und Küfer sich die erforderlichen Kenntnisse aneignen kann. Auch die wichtigsten gesetzlichen Bestimmungen und Anordnungen des Reichsnährstandes werden mitgeteilt. Betriebswirtschaftliche Berechnungen geben Anleitung zu einer wirtschaftlichen Erfassung der Zusammenhänge. Zahlreiche gute Abbildungen erleichtern das Verständnis. Ein Bezugsquellennachweis ist angefügt. Ein derartiges Buch hat in der Fachliteratur bisher gefehlt. Die vorhandenen Werke waren für den Praktiker entweder zu umfangreich und zum Teil auch zu wissenschaftlich gehalten oder sie boten nur Einblick in Teilgebiete. Besonders geeignet ist das Buch für die Schüler von Weinbauschulen als Leitfaden für den Unterricht, aber auch jeder praktische Winzer oder Küfer wird es mit Nutzen verwenden.

H. Zillig, Berncastel a. d. Mosel.

Steffen, H. Vegetationskunde von Ostpreußen. 406 Seiten und 67 Abb. im Text. Verlag G. Fischer, Jena. Preis 22,— RM., gebunden 24,— RM.

Das Buch wurde im Auftrage der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Berlin herausgegeben und stellt den ersten Band einer Reihe vegetationskundlicher Monographien einzelner Landschaften dar. In seinem Werk wendet sich der Verf. nicht nur an den Botaniker, sondern an alle Leser, die einige Kenntnisse der heimatischen Pflanzenwelt besitzen, vor allem an Studierende, Lehrer, Forstwirte und botanisch interessierte Landwirte. Der Verf. gibt von der Pflanzengesellschaft ausgehend eine eingehende Darstellung der Pflanzenwelt Ostpreußens und ihrer Entwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Wälder und Moore. Da die Vegetationstypen und Pflanzengesellschaften Ostpreußens noch wenig erforscht sind, dienten dem Verf. als Material vor allem seine eigenen vegetationsstatistischen Aufnahmen innerhalb verschiedener Gebiete des alten Ostpreußens (einschl. des Memelgebietes und des Soldauer Landes, aber ohne Regierungsbezirk Marienwerder). Bei den Vegetationsaufnahmen hat der Verf. in möglichst vielen Gegenden Ostpreußens Probeflächen von 20—25 m Durchmesser ausgewählt und darauf geachtet, daß innerhalb dieser Fläche kein merkbarer Wechsel der Pflanzendecke vorlag. Die Arten wurden schichtweise aufgenommen und von jeder Art nach einer 5teiligen Skala die Kombination von Häufigkeit und Deckungsgrad (nach Braun-Blanquet) geschätzt. Im Gegensatz zur Schweizer Schule legt der Verf. den Hauptwert auf die Konstanz (Stetigkeit) als gesellschaftsdiagnostisches Merkmal.

Der I. Teil (23 S.) faßt die ökologischen Faktoren Ostpreußens, Oberflächengestaltung, Bodenbeschaffenheit und Klima zusammen. Im II. Teil (290 S.) wurden die Pflanzengesellschaften unter Berücksichtigung der Waldtypen, Moore, baumfreien Pflanzengesellschaften des Mineralbodens (einschl. Dünen und Heiden) und Gewässer unter Benutzung der vegetationsstatistischen Aufnahmen eingehend beschrieben. Im III. und letzten Teil (63 S.) hat der Verf. die Besiedlungsgeschichte der Pflanzen seit dem Ende der Eiszeit in einzelnen Abschnitten behandelt. Das Kapitel über den historischen Zeitabschnitt enthält wertvolle Angaben über die Archäophyten (Urunkräuter), Segetal- und Ruderalflora und besonders neue Einwanderer, Neophyten, Epökophyten (d. h. Arten, die sich in natürlichen Gesellschaften nicht halten können) und Ephemerophyten. Viele gute Aufnahmen (manche Bilder sind leider zu stark verkleinert) vervollständigen das Werk. Für alle, die sich für den deutschen Osten, die landschaftlichen und vor allem forstlichen Besonderheiten Ostpreußens interessieren, ist das Buch von Steffen als wertvolles grundlegendes Nachschlagewerk unentbehrlich.

M. Klemm, Berlin-Dahlem.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

Huber, Prof. Dr. Bruno, Direktor des Forstbotanischen Institutes und Gartens, Tharandt bei Dresden, Cotta-Bau.
(Durch Snell.)

v. Rathlef, Dr. H., Sangerhausen, Steinberger Weg 1.
(Durch Snell.)

Schröck, Dr. Otto, Müncheberg, Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung.
(Durch Hoffmann.)

Stelzner, Dr. G., Müncheberg (Mark), Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung.
(Durch Snell.)

Anschriftenänderungen und Berichtigungen.

Boekholt, Dr. K., Berlin W 35, Bendlerstr. 37.

Geibler, Dr. A., Diplomlandwirt, Onderneming Tjisampora, Java.

Hahn, Dr. Ing., Magdeburg, zu streichen.

Hochapfel, Dr. H., Hauptstelle für Pflanzenschutz bei der Landesbauernschaft Schlesien, Breslau X, Matthiasplatz 5.

Klages, Dr. A., Professor, Göttingen, zu streichen.

Mammen, Dr. Gustav, Dipl.-Landwirt, Berlin-Steglitz, Thorwaldsenstraße 34.

Menzel, Dr. Klaus-Christoph, Krefeld (Rhein), Garnstr. 69.

Mes, Margaretha G., University of Pretoria, Pretoria.

Nisikado, Yosikazu, Prof. Ohara-Institut, Kurashiki, Okoyama, Japan.

Nowopokrowsky, J. W., Prof. Dr., Rostow a. Don, USSR., Engelsstraße 115, Universität.

Oberstein, Dr. Otto, Institutsleiter und Sachbearbeiter der Landesbauernschaft Schlesien, Breslau, Hansastr. 17. Anschrift für Landw.-botanisches Untersuchungsamt, Breslau X, Matthiasplatz 5.

Richter, Bernhard, Dipl.-Landwirt, Saatzüchter bei den Vereinigten Saatzuchten, Ebstorf (Kr. Uelzen, Prov. Hannover) (statt Richter-Caesar, Friedegunde).

Schmidt, Dr. Erich, Freising, Korbinianstr. 10.

Wieler, Dr. Arwed, Prof., Aachen, Bismarckstr. 57.

Wilhelm, Dr. A. F., Bernkastel-Kues (Mosel), Biologische Reichsanstalt.

Zade, Dr. A. Prof., Stockholm, Oestermalmsgatan 57.

Personalnachricht.

Unser Mitglied Dr. agr. habil. Arnold Scheibe, der Leiter der 1935 durchgeführten Deutschen Hindukusch-Expedition, ist vom Herrn Reichswissenschaftsminister zum Dozenten an der Universität Gießen für das Fachgebiet „Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung“ ernannt worden.

Appel-Heft

Ihrem langjährigen Vorsitzenden

Herrn Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. Dr. h. c. Otto Appel

zum **70. Geburtstage**

gewidmet von der Vereinigung für angewandte Botanik.

Das Pflanzenschutzgesetz.

Von

E. Riehm, Berlin-Dahlem.

Zu seinem 70. Geburtstage hat sich Otto Appel das Inkrafttreten des Pflanzenschutzgesetzes gewünscht, des Gesetzes, das der Pflanzenschutzarbeit die reichsgesetzliche Grundlage geben sollte. Dieser Wunsch des Jubilars ist in Erfüllung gegangen. Schon am 8. März d. Js. wurde das Gesetz zum Schutze der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen vom 5. März 1937 veröffentlicht und trat zum größten Teile auch mit diesem Tage der Verkündung in Kraft. Damit ist in Erfüllung gegangen, was vor 24 Jahren angeregt wurde, ja man kann sagen, vor 25 Jahren, denn den eigentlichen Anstoß zu dem deutschen Pflanzenschutzgesetz gab das amerikanische Pflanzenquarantänegesetz vom 20. August 1912, wenn dieses Gesetz zunächst auch nur die Einrichtung eines Pflanzenbesichtigungsdienstes in Deutschland zur Folge hatte. Man war gezwungen, einen solchen Pflanzenbesichtigungsdienst für die Untersuchung der auszuführenden Baumschulpflanzen und für die Ausstellung der Gesundheitszeugnisse in Deutschland einzurichten, weil Staaten ohne Pflanzenbesichtigungsdienst vom 1. Juli 1913 ab kein Baumschulmaterial mehr nach den Vereinigten Staaten einführen durften.

Aber man wollte darüber hinaus, dem amerikanischen Beispiel folgend, ein Pflanzenschutzgesetz erlassen und deshalb erhielt der Direktor der Biologischen Reichsanstalt, Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Behrens, im Jahre 1913 den Auftrag, eine Denkschrift ausarbeiten zu lassen, in der die Frage des Bedürfnisses eines Reichspflanzenschutzgesetzes eingehend geprüft werden sollte. An der Ausarbeitung dieser Denkschrift war auch der damalige Regierungsrat Dr. Appel beteiligt. Der erste Entwurf für das

deutsche Pflanzenschutzgesetz wurde von Appel und seinem damaligen Mitarbeiter Professor Dr. Krüger ausgearbeitet, und so ist es begreiflich, daß Appel die weitere Entwicklung dieser für den Pflanzenschutz so wichtigen Frage, die er von ihren ersten Anfängen an mit erlebt hatte, mit besonderem Interesse verfolgt hat.

Man hatte damals allen Grund zu der Annahme, daß das Pflanzenschutzgesetz bald erlassen würde. Wurde doch am 4. März 1914 in Rom von dem Internationalen Phytopathologischen Kongreß beschlossen, den Regierungen eine internationale phytopathologische Konvention vorzuschlagen, die allen beteiligten Regierungen den Erlaß eines Pflanzenschutzgesetzes zur Pflicht machte. Tatsächlich wurden auf Grund dieser Konvention und des Internationalen Abkommens vom 16. April 1929 in den verschiedensten Ländern Pflanzenschutzgesetze erlassen, so z. B. in Ägypten, Belgien, Bulgarien, Dänemark, Italien, Jugoslawien, Lettland, Mexiko, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Spanien, Tripolitanien und Cyrenaika, Ungarn und Uruguay. Aber in Deutschland war damals die Zeit für ein Pflanzenschutzgesetz noch nicht reif. Die Kleinstaatserei verhinderte eine einheitliche Regelung auch in dieser Frage. Dies zeigte sich z. B. darin, daß ein Land wie Sachsen-Meiningen seinen Pflanzenbesichtigungsdienst nicht der Oberaufsicht der Biologischen Reichsanstalt unterstellen wollte, sondern eine eigene Oberaufsichtsstelle schuf.

Nach dem Weltkriege wurde im Jahre 1920 die Biologische Reichsanstalt erneut aufgefordert, den Entwurf für ein Pflanzenschutzgesetz auszuarbeiten. Der von Appel eingereichte Entwurf ging nun den verschiedensten Organisationen zur Stellungnahme zu und jede dieser Organisationen überlegte zunächst, ob ihre eigenen Interessen nicht gefährdet werden könnten. Die Zeit von Appels Direktorat war ja noch die Zeit, in der Eigennutz vor Gemeinnutz ging. Es war geradezu grotesk, was alles gegen den Entwurf eines Reichspflanzenschutzgesetzes vorgebracht wurde. Als Kuriosum sei erwähnt, daß gelegentlich einer Tagung der Deutschen Obstbaugesellschaft auch der „berühmte“ gustaf nagel gegen das Pflanzenschutzgesetz auftrat, weil der Natur und der göttlichen Vorsehung freies Walten gelassen werden sollte. Aber auch in ernst zu nehmenden Kreisen erfuhr der Gedanke eines Pflanzenschutzgesetzes schärfste Ablehnung. In einem Organ der Westdeutschen Landwirtschaft heißt es: „Auf die Einzelbestimmungen des Gesetzentwurfes einzugehen, hat keinen Zweck, da

wir es aus grundsätzlichen Erwägungen heraus in Grund und Boden verdammen müssen.“ Ein Sachverständiger meinte, das geplante Pflanzenschutzgesetz sei ein Unglück für die Landwirtschaft und würde mehr Schaden als Nutzen stiften. „Wie sollte von reichswegen die gesetzliche Bekämpfung von Schädlingen angeordnet werden können, wo diese meist nur örtlich auftreten und daher auch mit engster Berücksichtigung des Ortes, der bestehenden Einrichtungen, der Eigenart der Bevölkerung und der Kenntnisse der beratenden Stellen bekämpft werden müssen.“ Gewichtiger war damals das von anderer sachverständiger Seite geäußerte Bedenken, daß nicht genügend in der Pflanzenschutzwissenschaft ausgebildete Männer vorhanden seien.

Der Kampf um das Pflanzenschutzgesetz tobte so lange, bis die Inflation im Jahre 1923 ihren Höhepunkt erreichte, und nun stellte man aus Ersparnisgründen das Pflanzenschutzgesetz zurück. Es war charakteristisch für die Kurzsichtigkeit der damals Regierenden, daß man den Schutz des landwirtschaftlichen Ertrages für einen Luxus hielt, den man sich nicht leisten konnte.

Im Jahre 1927 wurde seitens der Vollversammlung des Deutschen Pflanzenschutzdienstes eine EntschlieÙung gefaßt, in der die Reichsregierung wieder auf die Notwendigkeit eines Pflanzenschutzgesetzes hingewiesen wurde. Doch auch dieser Versuch, die Angelegenheit wieder ins Rollen zu bringen, blieb erfolglos.

Im Jahre 1934 hatte dann der stellvertretende Direktor der Biologischen Reichsanstalt, Oberregierungsrat Dr. Schwartz, der auch schon während des Direktorats von Appel die Fragen des Pflanzenschutzes bearbeitete, erneut einen Entwurf ausgearbeitet, der nach einigen Überarbeitungen und Ergänzungen dem Reichskabinett zugeleitet wurde.

Das Gesetz zum Schutze der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen vom 5. März 1937 erfüllt alle Wünsche, die man an den Erlaß eines solchen Gesetzes knüpfen konnte, und so wird auch der Jubilar, Geheimrat Appel, von dem Gesetz befriedigt sein. Durch das neue Gesetz wird der Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft ermächtigt, alle Maßnahmen zu ergreifen, die für einen wirksamen Pflanzenschutz notwendig sind, und denen, die diesen Maßnahmen zuwiderhandeln, werden hohe Strafen angedroht. In Fällen unbilliger Härte wird zwar aus Reichsmitteln eine angemessene Entschädigung für den bei der Durchführung von Bekämpfungsmaßnahmen entstandenen Schaden gewährt, im

allgemeinen aber begründen die Bekämpfungsmaßnahmen keinen Anspruch auf Entschädigung. Der Eigennutz hat sich jetzt dem Gemeinnutz unterzuordnen. Auch für die Einfuhr, Ausfuhr und Durchfuhr von Pflanzen oder Pflanzenerzeugnissen kann nach dem neuen Gesetz der Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft alle Anordnungen erlassen, die zur Durchführung eines wirksamen Pflanzenschutzes erforderlich sind. An Stelle des bisherigen Pflanzenbesichtigungsdienstes soll ein Reichspflanzenbeschaudienst eingerichtet werden, dessen Aufbau und Aufgaben vom Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft geregelt werden.

Aber den früheren Direktor der Biologischen Reichsanstalt wird besonders die Frage interessieren, wie die Biologische Reichsanstalt an dem Pflanzenschutz beteiligt ist. Ich glaube auch, in dieser Beziehung kann Otto Appel zufrieden sein. Zwar wurde davon geraunt, daß die Biologische Reichsanstalt durch das neue Gesetz den Pflanzenschutzdienst verlieren würde. Aber die Biologische Reichsanstalt kann nichts verlieren, was sie nie besessen hat. Die Biologische Reichsanstalt hatte früher eine Arbeitsgemeinschaft mit den Hauptstellen für Pflanzenschutz, und böse Zungen behaupteten, daß diese Organisation des Pflanzenschutzdienstes früher keinerlei Rechte gehabt habe. Ganz so schlimm war es allerdings nicht. Der Pflanzenschutzdienst bildete eine auf Grund eines Rundschreibens des Reichskanzlers ins Leben gerufene Arbeitsgemeinschaft, die durch den Enthusiasmus vieler Hauptstellenleiter für die gemeinsame Arbeit leistungsfähig war, und es bestand die Möglichkeit, weniger enthusiastisierte Mitglieder durch Kürzung der Reichsbeihilfen zur Mitarbeit heranzuziehen. Aber im ganzen war der Pflanzenschutzdienst eine Körperschaft ohne gesetzliche Grundlage. Jetzt ist diese gesetzliche Grundlage geschaffen. Die Hauptstellen für Pflanzenschutz, oder wie sie nach dem neuen Gesetz heißen, die Pflanzenschutzämter, sind gesetzlich zur Mitarbeit mit der Biologischen Reichsanstalt verpflichtet. Sie müssen über das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen regelmäßig der Biologischen Reichsanstalt berichten und müssen dieser Behörde im Falle des Auftretens von besonders gefährlichen Krankheiten oder Schädlingen, oder bei besonders zahlreichem Auftreten von Krankheiten oder Schädlingen unverzüglich Meldung erstatten. Die Pflanzenschutzämter sind jetzt gesetzlich verpflichtet, bei der Prüfung der Pflanzenschutzmittel und -geräte sowie bei der Prüfung von Pflanzensorten auf ihre

Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge gemeinsam mit der Biologischen Reichsanstalt zu arbeiten. Die Biologische Reichsanstalt hat die Pflanzenschutzämter zu beraten und diese haben die Richtlinien der Biologischen Reichsanstalt zu befolgen. Die Biologische Reichsanstalt hat also durch das neue Gesetz nicht den Deutschen Pflanzenschutzdienst verloren, sondern der Pflanzenschutzdienst ist der Biologischen Reichsanstalt jetzt erst gesetzlich verbunden, und die Biologische Reichsanstalt hat dem Pflanzenschutzdienst die Richtlinien für die Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen aufzustellen. Damit dürften die wichtigsten Wünsche des Jubilars Otto Appel erfüllt sein, und ich halte mich für berechtigt, im Namen aller Mitglieder des Deutschen Pflanzenschutzdienstes zu sprechen, wenn ich Otto Appel zu seinem 70. Geburtstag die Versicherung abgebe, daß die gemeinsame Arbeit zwischen Biologischer Reichsanstalt und Deutschem Pflanzenschutzdienst jetzt, nachdem sie gesetzlich untermauert ist, von derselben Begeisterung getragen werden soll wie zu der Zeit, als Otto Appel Direktor der Biologischen Reichsanstalt war.

Eine pflanzenhygienische Luftreise.

Zu Ehren von Otto Appel.

Von

H. M. Quanjer, Waageningen.

Im Frühling, wenn Geheimrat Appel seinen Geburtstag feiert, hat sich unser Planet in der nördlichen gemäßigten Zone, überall wo der Boden, die Temperatur und die Feuchtigkeit das Pflanzenwachstum gestatten, mit einem grünen Kleid geschmückt. In unbebauten Gegenden mischen sich vor dem Auge des Fliegers die grünen Farben launisch durcheinander, in den bebauten sind sie von geraden Linien begrenzt und bisweilen von gepflügten, noch leeren Äckern unterbrochen. Überall werden die Kohlehydrate, Eiweiß und andere Stoffe gebildet, welche das Leben für Mensch und Tier auf Erden ermöglichen. Wie ist es dann aber möglich, daß die Pflanzenpathologie überall Krankheiten und Schädlinge in weit größerer Verschiedenheit findet, als es grüne Pflanzenarten gibt? Und besteht wirklich eine „unverkennbare Tendenz der

Krankheiten im Ackerbau, nach Zahl und wirtschaftlicher Auswirkung allmählich zuzunehmen" (Blunck), eine „geradezu beängstigende Zunahme der Krankheiten und Schädlinge" (Escherich)?

Wie es auf Flugzeugen üblich ist, werden wir uns nur in wenigen Häfen aufhalten. Zu diesem Zweck wählen wir im nördlichen Europa einen Wald und im Westen Deutschlands eine Kernobstpflanzung und einen Roggenacker.

Nirgends ist die Pflanzenproduktion üppiger als in den Naturwäldern, wo sie bis auf eine Höhe von 40 m über den Boden geht. In nördlichen Gegenden wachsen die jungen Nadelbäume auf den Leichnamen ihrer Vorgänger. Raubbau findet hier nicht statt: alle Stoffe, welche aus dem Boden aufgenommen worden sind, kehren darin zurück. Die Parasiten gehören zu den natürlichen Selektionsmitteln und werden durch Hyperparasiten im Gleichgewicht gehalten.

Wo Brand oder Überschwemmung, Orkan oder Erdverschiebung das Gleichgewicht zerstört haben, ändert sich die Landschaft. Wo auf einsamen Bergabhängen die dunkle Farbe des Nadelholzes durch ein leuchtendes Grün unterbrochen ist, und die Spuren von Brand entdeckt werden, verrät sich die Nähe des gefährlichsten Zerstörers des Gleichgewichtes: des Menschen. Borkenkäfer und halb-parasitäre Pilze haben das Nadelholz noch weiter zerstört und auf dem verarmten Boden, wo auch der Humus teilweise verbrannt worden ist, hat sich eine Laubholzart, die Birke, eingefunden. Sie wächst schnell und nimmt derart überhand, daß es für andere Bäume keinen Platz mehr gibt. Man sieht aber unter den Birken einzelne Individuen, welche schon im Sommer eine Herbstfarbe zeigen. Sie sind von einem Rostpilz, *Melampsoridium betulae*, befallen. Aber es sind nur die empfänglichsten Bäume des variablen und bastardreichen Geschlechtes *Betula*, welche darunter zu leiden haben; nur in Jahren mit außerordentlich feuchtem Wetter breitet sich dieser biotrophe Pilz stärker aus (Jörstad).

Sobald das Laubdach der Birken so dicht geworden ist, daß die unteren Zweige anfangen abzusterben, bilden diese einen Boden für halb nekrotrophe Pilze. *Polyporus betulinus* und *P. ignarius* treten hervor. Viele Jahre später wird in solchen Birkenbesiedelungen der Sortenreichtum größer. Andere Laub- und selbst Nadelholzer finden sich ein und vom Wegbereiter, der Birke, sind nur diejenigen Bäume übriggeblieben, welche für Rost wenig empfänglich und von *Polyporus*-Arten verschont geblieben sind.

So helfen die Parasiten zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes in der Natur. Wo der Mensch die Bäume verschleppt hat in ein Klima und auf einen Boden, wo sie nicht zu Hause sind, üben die Parasiten oft eine zerstörende Wirkung aus, wie die westdeutschen Kieferpflanzungen es zu seinem Schaden gelehrt haben. Zumal, wo auf Pflanzbeeten gezogenes und mit Bordeauxbrühe gegen *Lophodermium pinastri* geschütztes Material benützt worden ist, kommt, sobald die Wurzelbildung zurückbleibt, dieser Pilz hinzu, um durch Zerstörung des Nadelwerkes das Gleichgewicht wieder herzustellen. Nur sorgfältige Auswahl der Rasse und des Bodens kann einigermaßen die Ungunst des maritimen Winters für diese Baumart ausgleichen.

Im zwanzigsten und im nächsten Jahrhundert wird es noch viele Überraschungen geben, weil noch nicht alle Pflanzenparasiten überall verbreitet sind, wo das Milieu ihr Dasein gestattet. Später, wenn dieser Zustand sich mehr und mehr verwirklicht hat, wird Auswahl der Rasse, des Bodens und der sonstigen Kulturverhältnisse von noch viel größerer Bedeutung für das Gelingen der Kulturen sein als jetzt.

Wie verschieden auch der Baumkrebs von der Kiefernschütte sein mag, wie sehr auch die an verschiedenen Krebskrankheiten beteiligten Pilze voneinander und vom Schüttepilz unterschieden sein mögen, so sieht doch der geschulte Beobachter aus der Luft Verwandtschaft.

Der Krebs der Kernobstbäume ist in ihrer Heimat ohne Bedeutung, obwohl der Erreger auch dort, im Kaukasus und in Turkestan, vorkommt. *Larix decidua* ist krebsfrei in den Alpen; den Erreger jedoch kann man auch dort vereinzelt finden. Im maritimen Klima Westdeutschlands ist von den meisten Kernobstsorten sowie von den Alpenrassen der Lärche kein Baum krebsfrei.

Der holländische Obstzüchter warnt vor ungeeigneten Unterlagen, vor einem zu hohen Wasserstand im Boden, vor übermäßiger Stickstoffdüngung im Verhältnis zu Kalk, Kali und Phosphorsäure. Wie stark die Krankheit von dem Zustand der Wurzeln abhängt, läßt sich auch aus der bisweilen beobachteten Wiederherstellung von Bäumen schließen, die nicht wieder verpflanzt worden sind.

Der Agrikulturchemiker untersucht die Faktoren, die ihm in die Augen fallen, z. B. Verhältnis von Kalk und anderen Elementen im Baum und im Boden. Gibt es auch für die Mykologen eine Chance? Wir verdanken Münch und Langner die Kenntnis der

Faktoren, welche die Anfälligkeit der Alpenlärche für *Dasyyscypha wilkommii* im Gegensatz zu Sorten aus den Sudeten und Japan beherrschen. Wir verdanken ihnen auch die Kenntnis des tryptophen Charakters dieses Pilzes. Hat ihre Auffassung auch Gültigkeit für den Kernobstkrebs? Die schädliche Wirkung stärkerer Stickstoffgaben, welche die Holzreife verspäten, scheint darauf zu deuten. Wie bekannt, hat sich Sorauer schon vor mehr als 50 Jahren in der zweiten Auflage seines Handbuches in dieser Richtung geäußert und versucht, experimentelle und anatomische Belege dafür zu bringen.

In meinem Laboratorium ist versucht, das Vakuum zwischen den Ansichten der Praxis und der Mykologie in anderer Weise zu lösen. Dabei diene eine 50 Jahre alte Erfahrung von Robert Hartig über den Buchenkrebs als Ausgangspunkt. Als er die Buche im Winter oder vor dem Austreiben der Knospen mit einem Krebspilz der Gattung *Nectria* impfte, wurde Krebs erzeugt; wenn die Impfung im Sommer stattgefunden hatte, blieb die Krankheit aus. Fräulein de Bruyn kam bei ihrem Studium der *Phytophthora*-Krankheit des Flieders vor mehr als 10 Jahren zu einem ähnlichen Ergebnis. Ir. Neuteboom-van Waveren sah bei vor kurzem in Wageningen ausgeführten Versuchen auf Apfelbäumen mit *Nectria galligena* gleichfalls Krebs entstehen, wenn die Impfung im Winter vorgenommen war, während die Sommerimpfungen fast wirkungslos blieben.

Soll man jetzt, mit Münch (1910), die größere Empfänglichkeit von Buchen und anderen Baumarten im Winter ihrem größerem Luftreichtum in dieser Jahreszeit zuschreiben? Freilich konnte Münch nachweisen, daß die Impfung mehr Erfolg hat in verhältnismäßig trockenen als in wasserreichen Zweigen. Aber es gibt viele andere Prozesse, welche sich während der Knospenentwicklung und der photosynthetischen Periode vollziehen. In dieser Zeit reagieren die Holzgewächse viel kräftiger durch die Bildung von Schutzgummi als im Winter. Es ist darum wahrscheinlicher, daß eine aktive Resistenz im Spiele ist, als die passive Resistenz eines wenig luftreichen Nährbodens. Alles, was die Wurzelfunktion stört, wie Verpflanzung, zu feuchter Boden und Wurzelfäule, muß sich in der Verminderung der aktiven Resistenz auswirken.

Der Roggen, der als Unkraut mit dem Weizen aus Asien gekommen ist, hat sich wegen seiner Winterfestigkeit und geringen Bodenansprüche auf den ärmeren Sandböden Nord- und West-

deutschlands eingebürgert. Er kann Jahre hintereinander auf demselben Land angebaut werden. In Westfalen aber gibt es eine Krankheit, die sich auch über die angrenzenden Teile Hollands ausgebreitet hat, und welche sich im Frühjahr als kahle Flecken auf dem grünen Teppich abzeichnet, nachdem man dort schon im Nachwinter die Pflanzen als „stockkrank“ hat erkennen können. Der Petkuser Roggen ist viel anfälliger als eine alte Landrasse, der weniger ertragreiche Ottersumsche Roggen. Stieltjes aus Meppel hat durch Kreuzung und Selektion aus diesen Roggenarten eine ertragreichere resistente Sorte gezüchtet, und der Student B. hat in meinem Laboratorium nachgewiesen, daß es in dieser Rasse viele Pflanzen gibt, welche unter Anthozyanbildung die anfänglich eingeschlüpfen Älchen erfolgreich abwehren. Also wieder: aktive Resistenz.

Julius Kühn empfahl vor 70 Jahren der Krankheit dadurch entgegenzutreten, daß man die kranken Pflanzen abschaufelte und mit Kalk kompostierte. Darauf sollte der Boden tief gepflügt werden, um zurückgebliebene Nematoden möglichst unschädlich zu machen. Cleveringa, Zutphen dagegen hat beobachtet, daß die Krankheit sich verschlimmert infolge tiefen Pflügens. Die Verbesserung der Technik, welche es ermöglichte, Pflüge für eine tiefe Bearbeitung zu bauen, hat nach seiner Ansicht die Gefahr der Krankheit vergrößert. Freilich hat er in der Praxis nachweisen können, daß ein richtiger Kalkzustand (Hudig), Gründüngung und untiefe Bearbeitung nicht nur die Bodengare fördern, sondern außerdem den Roggen auf verseuchten Feldern gesund erhält. Versuche in meinem Laboratorium bei konstanten Bodentemperaturen und Feuchtigkeitsgraden zeigen, daß die Umweltbedingungen, unter denen der Roggen in unserem maritimen Klima wächst, die Anfälligkeit fördern und daß alles, was die Wurzeln schwächt, die Resistenz gegen das Stengelälchen herabsetzt.

Wenn ich meinen verehrten Kollegen Appel nach dieser schnellen Luftreise noch zu einer Exkursion in die Tiefe einladen darf, so werden wir sehen, daß viele zytologische Ergebnisse auf dem Gebiet der Pflanzenpathologie, die in den letzten Jahren erhalten wurden, darauf hinauskommen, daß die aktiven Protoplasten eine wichtigere Rolle für die Resistenz spielen als die passiven Zellwände und Zellstoffe. Auch weisen physiologische Studien darauf hin, daß die aktive Resistenz am größten ist, je mehr sich die Pflanze ihrem Optimum nähert. Daher kann man die unge-

wöhnliche Vermehrung der einheimischen parasitären Pflanzenkrankheiten als eine Warnung betrachten, daß etwas fehlt in der Kultur, und wenn man noch einen Schritt weiter geht, sagen, daß die Natur sich dieser Vermehrung bedient, um zu zerstören, was unter abnormen Verhältnissen wächst. Wenn das nicht so wäre, würde unser Planet viel weniger festlich aussehen.

Daß Gärtner, die das ganze Jahr für die Stadtbewohner Salat und Tomaten unter Glas produzieren, oder Obstzüchter, die konkurrenzfähige Äpfel erzeugen sollen, ohne Bekämpfungsmittel nicht auskommen, und meinen, daß ihre Pflanzen nur auf künstliche Weise gesund zu halten sind, ist begreiflich. Diametral gegenüber stehen die Forstleute, weil sie unter möglichst natürlichen Verhältnissen zu arbeiten gewohnt sind. Für sie ist der Waldbaum zum Kampf bereit, wie Robert Hartig schon wußte. Die Landwirtschaftler bewegen sich zwischen diesen Extremen. Mit Aereboe sagen sie „Nur in der möglichsten Anlehnung der Erzeugung an die Natur liegt der Erfolg des einzelnen landwirtschaftlichen Betriebes sowohl wie der gesamten landwirtschaftlichen Erzeugung eines Landes“, aber Beizmittel für ihre Saaten zu benutzen, sind sie nicht abgeneigt.

Man soll danach streben, den Pflanzenheilmittelschatz zu bereichern und zu verbessern. Für die Zukunft bietet aber eine Förderung der natürlichen Gesundheit der Kulturpflanzen größere Aussichten auf Erfolg als die künstliche Pflege der Gesundheit mit Bekämpfungsmitteln. Auf Grund der physiologischen Gesundheitspflege und des Resistenzstudiums der Kulturrassen der Pflanzen lassen sich die Gefahren beschwören, vor denen Blunck und Escherich gewarnt haben. Darum habe ich das Erscheinen des sechsten Bandes des neuen „Appels“, in dem der Pflanzenschutz auch von diesem Standpunkt vorzüglich behandelt worden ist, mit großer Freude begrüßt und ich entbiete meinem Kollegen zu seinem siebzigsten Geburtstag und zu diesem Erfolg meine herzlichsten Glückwünsche.

Die Registrierung der Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen.

Ein sortenkundlicher Rückblick.

Von

K. Snell, Berlin-Dahlem.

Als mir im Oktober 1918 Geheimrat Appel, als Direktor des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau, den Auftrag gab, die Sortenkunde bei der Kartoffel zu bearbeiten, da ahnten wir beide nicht, welche Ausdehnung unsere sortenkundlichen Bestrebungen einst nehmen würden. Der Grund, der uns veranlaßte, an diese Arbeit heranzugehen, lag auf phytopathologischem Gebiet. Die Bekämpfung des Kartoffelkrebses in Deutschland durch Züchtung und Anbau widerstandsfähiger Sorten war eine Maßnahme, die schon damals von der Biologischen Reichsanstalt als die einzig wirksame angesehen wurde. Sie hatte aber nur Aussicht auf Erfolg, wenn es möglich war, die Sortenechtheit und Sortenreinheit der Pflanzkartoffeln zu überwachen. Die Sortenkunde der Kartoffel lag aber sehr im argen, und selbst maßgebende Persönlichkeiten der Landwirtschaftswissenschaft waren der Meinung, daß man wohl große Gruppen von Kartoffelsorten, wie rotschalige und weißschalige, gelbfleischige und weißfleischige unterscheiden könne, nicht aber die einzelnen Sorten innerhalb der Gruppen. Das lag einmal daran, daß man annahm, nur der Züchter selbst könne genaue Beschreibungen seiner Sorten aufstellen. So z. B. schrieb Prof. Gisevius, nachdem meine „Vorarbeiten zu einer allgemeinen und speziellen Sortenkunde“ erschienen waren, im Vorwort der von ihm herausgegebenen „Ergänzungsliste der Kartoffelsorten 1921“: „Die Angaben der Züchter selbst wurden in jedem Falle als die Zutreffenden angesehen, und die anders lautenden anderer Gewährsmänner — auch die des Herrn Dr. Snell — weggelassen.“ Andererseits wußte man aus Erfahrung, daß manche Sorten, die als Original anerkannt waren, nicht zu unterscheiden waren. Meine eingehenden Sortenstudien führten dazu, darauf hinzuweisen, daß es sich bei diesen Sorten um synonyme handelte, die zu Unrecht als Original anerkannt wurden. Diese Erkenntnis veranlaßte 1925 die Arbeitsgemeinschaft für Saatenanerkennungswesen, die von den

landwirtschaftlichen Körperschaften beim Deutschen Landwirtschaftsrat gebildet war, zur Einsetzung der Kartoffelsorten-Registerkommission, deren Vorsitzender Geheimrat Appel wurde und auch bis zur Ablösung durch den Reichsnährstand blieb. Die Ausmerzung der von der Registerkommission als synonym festgestellten Sorten durch die landwirtschaftlichen Körperschaften führte zu einer völligen Klärung des bisher vorhandenen Wirrwarrs bei den Kartoffelsorten und einer starken Beschränkung der Sortenzahl. Man brauchte nicht mehr mit einer Zahl von 1156 Sorten, wie sie die Ergänzungsliste 1921 aufführt, zu rechnen, sondern nur noch mit etwa 200. Nun kam es nur noch darauf an, den Zustrom neuer Sorten zu überwachen. Zu diesem Zweck sind seit dem Jahre 1925 sämtliche Neuzüchtungen der Kartoffel, bevor sie anerkannt wurden, auf ihre morphologischen Merkmale untersucht worden. Dadurch konnte vermieden werden, daß alte Sorten mit neuem Namen in den Handel kamen. Obwohl die Zahl der geprüften Neuzüchtungen in jedem Jahre etwa 100 bis 120 betrug, blieb die Zahl der im Handel befindlichen Sorten doch ziemlich gleich, da einerseits immer nur ein kleiner Teil der Neuzüchtungen die weiteren Prüfungen bestand, und andererseits alljährlich eine Anzahl Sorten, die sich nicht bewährten, von den Züchtern aufgegeben wurden. Die Prüfung von 100 bis 120 Neuzüchtungen im Vergleich mit den rund 200 auf dem Markt befindlichen, den etwa 200 von den Züchtern weiter bearbeiteten, aber bereits als selbständig bescheinigten und den etwa 100 wichtigsten ausländischen, insgesamt etwa 600 Sorten, war nur möglich durch Einschaltung der in der Biologischen Reichsanstalt ausgearbeiteten Lichtkeimprüfung, die es gestattet, bereits während der Wintermonate eine Vorsortierung nach den Merkmalen der Knollen und Lichtkeime vorzunehmen.

Nach der Übernahme der Sortenregistrierung durch den Reichsnährstand wurde die Zahl der anerkannten Kartoffelsorten dadurch weiter beschränkt, daß alle weniger wertvollen ausgeschlossen wurden. Zurzeit sind in der Reichssortenliste 66 Kartoffelsorten aufgeführt, von denen mehr als ein Drittel nur bedingt zugelassen sind.

Mit der Registrierung der Sorten war für den Züchter bereits ein gewisser Schutz seiner Sorten erreicht. Dieser Schutz war aber kein vollkommener, da es immerhin möglich war, die Sorten unter anderem Namen zu handeln. Jahrelang wurde der Erlaß

eines Sortenschutzgesetzes erwogen. Dieses Gesetz, dessen Zustandekommen immer wieder durch die Sonderinteressen einzelner Länder gestört wurde, war mit einem Schlage überflüssig, als der Reichsnährstand den Handel mit nicht anerkannten Pflanzkartoffeln verbot. Da Pflanzkartoffeln nur anerkannt werden, wenn sie vorher auf ihre Sortenechtheit nach morphologischen Merkmalen der Stauden und Knollen geprüft worden sind, und da nur die zugelassenen Sorten anerkannt werden, so ist ein Mißbrauch der Züchterarbeit nicht mehr möglich.

Die Erfolge der Kartoffelsorten-Registerkommission veranlaßten die Arbeitsgemeinschaft für Saatenanerkennungswesen nur 2 Jahre später (1927), auch eine Kommission zur Registrierung der Getreidesorten einzusetzen. Wegen des großen Umfanges der notwendigen Untersuchungen wurden die Arbeiten auf mehrere Institute verteilt. Vorsitzender der Kommission wurde wiederum Geheimrat Appel. Die Bearbeitung der Weizensorten übernahm die Biologische Reichsanstalt unter dem Direktorat von Geheimrat Appel, während Hafer, Gerste und Roggen an verschiedenen landwirtschaftlichen Hochschulinstituten untersucht wurden. Die Ausschaltung der synonymen Sorten, die Prüfung der Neuzüchtungen und die Beschränkung der Sortenzahl durch den Reichsnährstand ging in ganz ähnlicher Weise vor sich wie bei den Kartoffeln.

Dem Reichsnährstand war es vorbehalten, die Untersuchungen zur Registrierung der Sorten auf sämtliche landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen auszudehnen. Es ist zu hoffen, daß wir in wenigen Jahren zu einer allgemeinen Sortenkunde der Kulturpflanzen, die als angewandte systematische Botanik angesehen werden kann, kommen werden. Damit ist ein großes Werk entstanden, dessen Anregung und Förderung wir bei den wichtigsten Kulturpflanzen Geheimrat Appel verdanken.

Ein Vierteljahrhundert Bekämpfung der Reben-*Peronospora*. (*Plasmopara viticola*.)

Von

Karl Müller, Freiburg i. Br.

(Mitteilung Nr. 294 des Badischen Weinbauinstituts).

Auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Hamburg im September 1918 habe ich erstmals weitere Kreise auf die in Baden damals seit einigen Jahren geübte *Peronospora*-Bekämpfung nach der Inkubationskalendermethode aufmerksam gemacht und auf die Vorteile hingewiesen, die die Methode gegenüber der bisherigen Art der Bekämpfung besitzt 1).

Inzwischen sind nahezu 25 Jahre verflossen, in welcher die *Peronospora*-Bekämpfung nach der geschilderten Art in Baden durchgeführt wurde, deshalb möchte ich über die Erfahrungen, die wir in dieser langen Zeit gemacht haben, einiges berichten.

Die Verantwortung, die derjenige trägt, der der Winzerschaft die Zeitpunkte zum Spritzen bekannt gibt, ist selbstverständlich sehr groß, und wo sich nicht die Gewißheit, daß die Methode für den Weinbau von Vorteil ist, mit dem inneren Drange paart, solche Forschungsergebnisse auch der Praxis zuzuführen, wird diese Verantwortung kaum getragen werden. Wir wurden auch anfangs häufig vor den Folgen gewarnt, die eintreten könnten, wenn einmal die Voraussage nicht zuträfe und eine *Peronospora*-Katastrophe eintrete. Wir wurden auch in nicht immer nobler Weise in Zeitschriften angegriffen, und hörten abfällige Urteile über unsere Bekämpfungsmethode auch von Kollegen. Aber alle diese Äußerungen, die sich nicht auf eigene Untersuchungen und Beobachtungen stützten, konnten uns nicht wankend machen, in der Überzeugung, daß mit einer auf die Biologie des Pilzes gegründeten und rechtzeitigen Bestimmung der Zeitpunkte für die *Peronospora*-Bekämpfung dem Weinbau ein großer Dienst geleistet wurde.

Die prophezeiten Mißerfolge blieben aus und die statistisch festgestellten Erträge der badischen Weinernten stiegen bedeutend und bewiesen damit, daß der beschrittene Weg der richtige war. Damit verstummten auch die Angriffe. Während in dem Jahrzehnt 1908—1917, in welchem die *Peronospora*-Bekämpfung noch

nicht nach der Inkubationskalendermethode durchgeführt wurde, der Ertrag der badischen Weinernte im Jahresdurchschnitt nur 210 724 hl betrug, stieg er im Jahrzehnt 1918—1927, nachdem die Winzer das rechtzeitige und richtige Spritzen besser gelernt hatten und die Zeitpunkte zum Spritzen jeweils von uns amtlich bekannt gemacht worden waren, auf 341 183 hl. Dabei ist zu beachten, daß sich die Rebfläche nun aber um 2000 ha verringert hatte. Ein übersichtlicheres Bild erhält man deshalb, wenn man die Hektolitererträge vom Hektar angibt. Diese betrugen in Baden

von 1908—1917 14,06 hl vom ha

von 1918—1927 27,81 hl vom ha.

Es war also eine Ertragssteigerung von nahezu 100 % festzustellen. Hiermit ist aber noch längst nicht das Endziel erreicht gewesen, denn in den 8 Jahren 1928—1935 betrug der durchschnittliche Ertrag 37,7 hl vom ha.

Diese wenigen Zahlen zeigen besser als viele Worte, daß es tatsächlich geglückt ist durch Vorausbestimmung der Spritzzeitpunkte auf biologischem Wege und die dadurch vorhandene Möglichkeit einer rechtzeitigen Bekämpfung der *Peronospora*, einen ungeahnt großen Erfolg in der Rebschädlingsbekämpfung zu erzielen. Aber auch diese Zahlen ließen gewisse Besserwisser nicht ruhen. Jetzt wurde behauptet, die Mehrerträge seien durch die Hybridenanpflanzungen in Baden bedingt, eine Ansicht, die nur infolge ungenügender Kenntnis über den badischen Weinbau aufkommen konnte, denn die Mehrerträge waren ja auch in den oberbadischen Weinbaugebieten festzustellen, in welchen der Hybridenanbau überhaupt nie eine Rolle spielte!

Es ist tatsächlich eine auffallende Erscheinung, daß im gleichen Zeitraum (Jahrzehnt), in welchem sich in Baden die Erträge um 97 % erhöhten, die Steigerung im ganzen deutschen Reich nur 42 % betrug, in Bayern 32 %, in Preußen 14 %, in Hessen 2 % und in Württemberg 48 %. Aber diese Unterschiede sind leicht verständlich, wenn man sich einmal die Klimakarte von Deutschland ansieht.

Der *Peronospora*-Pilz ist feuchtigkeitsliebend. Er kann, wenn die Luftfeuchtigkeit hoch ist und die Rebblätter häufig und längere Zeit bei warmer Witterung naß bleiben, epidemisch auftreten. Am Schwarzwaldrande, wo sich über die Hälfte der badischen Weinberge befinden, gehen durchschnittlich 900—1000 mm Nieder-

schläge nieder, während sich der übrige deutsche Weinbau über Trockengebiete mit durchschnittlich nur 500—600 mm, an der Mittel- und Obermosel mit 700 mm, in Württemberg mit 700—750 mm Niederschlägen ausdehnt. Die *Peronospora* wird hier nur in Ausnahmejahren für den Weinstock gefährlich, während sie am Schwarzwaldrand fast alljährlich stark aufzutreten pflegt, zumal ja das Oberrheintal auch das wärmste Klima Deutschlands aufweist. Infolgedessen muß sich der Erfolg einer sachgemäßen *Peronospora*-Bekämpfung in Weinbaugebieten mit feuchtem und warmem Klima viel deutlicher auswirken, als in solchen mit Trockenklima. Danach sind die verschiedenen Erfolge in der *Peronospora*-Bekämpfung in den einzelnen Weinbauländern Deutschlands leicht verständlich.

Die geringere Gefährlichkeit des Pilzes in den Gebieten mit geringeren Niederschlägen führte ja auch dazu, daß man glaubte der *Peronospora*-Bekämpfung eine untergeordnete Rolle gegenüber der Heu- und Sauerwurmbekämpfung bei der gemeinsamen Bekämpfung der Rebkrankheiten zuschreiben zu dürfen. Wenn sich allerdings dann wieder einmal regenreichere Sommer einstellten, wie 1936, wurde sofort klar, welche wirtschaftliche Bedeutung eine rechtzeitige und sorgfältige *Peronospora*-Bekämpfung besitzt. Wir haben immer betont, daß bei einer gemeinsamen Bekämpfung von *Peronospora* und Traubenwickler der Spritzzeitpunkt nach dem Auftreten der *Peronospora* festgelegt werden muß.

Die Erfolge, die in Baden mit dem *Peronospora*-Bekämpfungsdienst, der sich nach kurzer Zeit zu einem Rebschädlingsbekämpfungsdienst erweiterte, weil auch die Bekämpfung der übrigen Krankheiten und Schädlinge des Weinstocks aufgenommen wurde, seit mehr als zwei Jahrzehnten erzielt werden, veranlaßten die Winzer anderer deutscher Weinbaugebiete und auch jene des Auslandes eine ähnliche Organisation zur Schädlingsbekämpfung, oder wenigstens zur *Peronospora*-Bekämpfung, zu fordern, zumal sie sich durch häufige Besuche persönlich von der Zweckmäßigkeit der Organisation überzeugt hatten. Auch die Biologische Reichsanstalt in Berlin-Dahlem ließ an ihren Zweigstellen in Naumburg (2) und in Bernkastel a. d. Mosel (3) die Inkubationskalendermethode nachprüfen und diese Anstalten konnten die Richtigkeit und Brauchbarkeit ebenfalls bestätigen. Außerdem hat Dufrénoy für die Gegend von Bordeaux unsere Feststellungen bestätigen können (4), denn die von ihm festgestellten Abweichungen von einem Tag (nicht, wie Schad angibt, von 2—3 Tagen) liegen innerhalb der Fehlergrenze.

Die Biologie des *Peronospora*-Pilzes war im Jahre 1918 noch nicht bis in alle Einzelheiten erforscht. Es bedurfte deshalb noch langjähriger Versuche und Beobachtungen, um die letzten Geheimnisse zu lüften. Auch das ist inzwischen erfolgt und die vielen Einzelversuche und Veröffentlichungen wurden zusammengefaßt in einer ausführlichen Arbeit unter Berücksichtigung auch der ausländischen Literatur (5). Eine kürzere Darstellung nur der Biologie des Pilzes findet man in der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (6).

Der Inkubationskalender (7), in welchem in kurzen Zügen auch die Biologie des *Peronospora*-Pilzes mitgeteilt ist, wurde von Auflage zu Auflage verbessert. Jetzt ist er in 14 Auflagen in weit über 200 000 Exemplaren verbreitet, und zwar nicht nur in Deutschland, sondern auch in der Schweiz, in Rumänien (Siebenbürgen) (8), Aserbeidshan (9) usw. Auf Veranlassung der Weinhändlervereinigung in Wallis gab Dr. H. Wuilloud in Diolloy-Sion eine französische Übersetzung des Inkubationskalenders heraus (10).

Am spätesten hat sich Frankreich mit dem Inkubationskalender befaßt, das als größtes Weinbauland Europas doch am meisten Anlaß dazu gehabt hätte. Erst die *Peronospora*-Katastrophen 1930 und 1932 mit Ausfällen von 15—20 Millionen Hektoliter Wein im Werte von je etwa 1,5 Milliarden Franken, haben auch dort der Vorhersage der Zeitpunkte zur Schädlingsbekämpfung Eingang verschafft.

Doch scheint in Frankreich, wie aus einer neuen Arbeit von Schad (11) hervorgeht, der Inhalt unserer Untersuchungen nicht immer richtig ausgelegt worden zu sein.

Nachdem Schad die Inkubationskalendermethode geschildert hat, geht er dann zu einer Kritik derselben über. Er hält sie für ungenau, weil es schwer sei, vorauszusehen, ob ein Jahr trocken oder naß sei. — (Was das mit der Inkubationsmethode zu tun haben soll, wird allerdings nicht gesagt!) Ferner soll die Inkubationskurve am Kaspischen Meer und am Kaukasus nicht anwendbar sein, (in Aserbeidshan am Südrande des Kaukasus hat aber J. Prinz (9) mit der Inkubationskurve beste Erfahrungen gemacht!) weil dort andere klimatische Bedingungen herrschten. Dasselbe treffe für Frankreich zu.

In Clermont-Ferrand seien die Inkubationszeiten um 2 Tage länger als nach der Inkubationskurve, in Bordeaux 2—3 Tage. Während die Inkubationskurve in Bordeaux parallel mit unserer

laufe, nur eben die Inkubationszeit 2 Tage mehr betrage, würde in Clermont-Ferrand die Inkubationszeit stets 8 Tage (6—9) und in Montpellier immer 7 Tage betragen.

Wenn wir durch jahrelange Versuche in Glaskästen bei verschiedener Temperatur die Inkubationszeit studiert und experimentell festgelegt haben, dann müssen die gewonnenen Zahlen selbstverständlich auch für andere Weinbauländer stimmen, weil die Inkubationskurve eine Funktion der Lebensweise des Pilzes und der Temperatur und Feuchtigkeit darstellt. Ferner haben wir zur Genüge betont, daß sich die Inkubationszeit im Rebberg verlängert, wenn nach Ablauf der theoretisch für die Pilzentwicklung notwendigen Zeitspanne kein Regen fällt oder die Luftfeuchtigkeit zu gering ist. Unter solchen Umständen kann der Pilz nicht hervorbrechen, doch erscheint er dann sofort, wenn nach Ablauf der nötigen Inkubationszeit der Regen niedergeht.

Schließlich haben die in der Inkubationskurve niedergelegten Inkubationszeiten möglichst konstante Temperaturen und hohe Luftfeuchtigkeit zur Grundlage.

Im freien Weinberge sind diese für das Pilzwachstum optimalen Bedingungen aber selten vorhanden, deshalb kann die Inkubationszeit dort etwas länger sein, als nach der Inkubationskurve berechnet. Auch haben wir ausdrücklich darauf hingewiesen, daß Unterschiede von einem Tag ohne weiteres möglich sind. Der Pilz bricht nur in der Nacht zwischen 1 und 3 Uhr aus den Spaltöffnungen hervor, bei Temperaturen von mindestens 13° C. Ist er noch nicht soweit entwickelt, daß er hervorbrechen kann, dann benötigt er einen ganzen weiteren Tag und wenn dann in der folgenden Nacht die Blätter nicht naß werden oder die Temperatur unter 13° C liegt, dauert es noch länger.

Wir können deshalb die Ansicht, die Inkubationskurve sei unexakt, weil im Weinberg um 2 Tage längere Inkubationszeiten beobachtet wurden, wohl als geklärt betrachten. Im übrigen ist es praktisch nicht von Bedeutung, ob man 1—2 Tage früher die Bekämpfung durchführt, nur verspätetes Spritzen kann gewaltige Schäden bringen!

Über die Witterungsverhältnisse und die *Peronospora*-Ausbrüche in Montpellier (44° n. Br.), in der Umgegend von Bordeaux (45° n. Br.) und in Clermont-Ferrand (46° n. Br.) im Jahre 1935 gibt die erwähnte Arbeit von Schad Aufschlüsse, die uns eine Nachprüfung seiner Beanstandungen gestatten. Natürlich kann

bei einer Temperatur von 17°C und hoher Luftfeuchtigkeit, oder bei 20°C und etwas geringerer Luftfeuchtigkeit die Inkubationszeit 7 Tage dauern. Da Montpellier von Ende Mai ab wohl solche Durchschnittstemperaturen aufweist und die Nähe des Mittelmeeres Temperaturextreme verhindert, kann dort wohl im Juni oder Juli eine 7 tägige Inkubationszeit beobachtet werden. Das deckt sich also vollkommen mit unseren Forschungen, denn bei 17°C beträgt nach der Inkubationskurve die Inkubationszeit 7 Tage. Aber Ende April und Anfang Mai sind auch in Montpellier die Temperaturen niedriger, deshalb muß um jene Zeit die Inkubationszeit länger sein als 9 Tage, welche Zeit für Montpellier für Primärinfektionen angegeben wird. Nach den für Montpellier mitgeteilten Angaben, des allerdings nur schwachen *Peronospora*-Befalls im Jahre 1935, kann man die Inkubationszeiten für den Monat Mai nachrechnen.

Am 21.—22. April ging in Montpellier Regen nieder, der Primärinfektionen verursachte (keimende Wintersporen wurden am 23. IV. in M. beobachtet). Da damals eine Durchschnittstemperatur von etwa 12°C herrschte, mußte eine mindestens 15 tägige Inkubationszeit angenommen und ein Ausbruch durfte nicht vor dem 5. Mai erwartet werden. Beobachtet wurde ein solcher Ausbruch, nachdem es am 4.—5. Mai geregnet hatte, aber nicht, sondern erst nach einem weiteren Regen am 9. Mai (Inkubationszeit 17 Tage). Am 4.—5. Mai werden nochmals Primärinfektionen stattgefunden haben. Damals herrschte eine Durchschnittstemperatur von etwa 15°C , so daß mit einer 10 tägigen Inkubationszeit zu rechnen und ein Ausbruch am 15. Mai zu erwarten war. Am 16. Mai wurde ein weiterer Ausbruch beobachtet (Inkubationszeit 10 Tage). Die Neuinfektion am 16. Mai mußte bei 15°C Durchschnittstemperatur und etwa 10 Tage Inkubationszeit am 26. Mai wieder einen Ausbruch bedingen. Dieser erfolgte am 26. und 27. Mai, also nach einer Inkubationszeit von 10—11 Tagen. Vom 31. Mai ab stellte sich eine Trockenperiode bis 13. August ein, so daß weitere Beobachtungen nicht mehr möglich waren.

Wie man aus dieser Aufstellung ersieht, stimmen auch in Montpellier die Inkubationszeiten genau mit dem überein, was nach unseren Untersuchungen zu erwarten war.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die Witterungsangaben und *Peronospora*-Ausbrüche in Clermont-Ferrand, soweit die Angaben das gestatten:

Am 24. Mai und im stärkerem Maße am 27.—29. Mai regnete es hier. Eine Primärinfektion durch keimende Wintersporen soll um jene Zeit erfolgt sein (bei 46° n. Br., in Baden bei 48° n. Br. wurden am 27. Mai bereits die ersten Pilzausbrüche gemeldet!).

Da in Clermont-Ferrand um jene Zeit die Durchschnittstemperatur 16° C betrug, durfte man mit einer Inkubationszeit von mindestens 8 Tagen rechnen. Nimmt man an, die Primärinfektion habe am 28. oder 29. Mai stattgefunden, dann wäre bei der herrschenden Temperatur ein Ausbruch nicht vor dem 5.—6. Juni zu erwarten gewesen. Am 7. Juni wurde er festgestellt, also nach 8 bzw. 9 Tagen.

Die Regenfälle vom 1.—4. Juni können weitere Primärinfektionen bedingt haben (Durchschnittstemperatur 16° C). Ein Ausbruch durfte nach der Inkubationskurve wiederum frühestens nach einer Inkubationszeit von 8 Tagen erwartet werden. Nimmt man an, die Infektion habe am 2.—3. Juni stattgefunden, dann konnte vor 10.—11. Juni ein Ausbruch nicht erfolgen. Er wurde festgestellt am 11. Juni, also nach 8—9 Tagen. Dem Ausbruch am 11. werden sofort weitere Infektionen gefolgt sein, die bei einer Durchschnittstemperatur von 18° frühestens nach 6 Tagen einen erneuten Ausbruch bedingten. Festgestellt wurde der Ausbruch am 18. Juni, also nach 7 Tagen usw.

Man erkennt auch hier, entgegen der Annahme der französischen Forscher, ein vollkommenes Übereinstimmen des biologischen Verhaltens des Pilzes mit unseren jahrelangen und in den verschiedensten Ländern als richtig bestätigten Beobachtungen, die in der Inkubationskurve niedergelegt sind. Die abweichenden französischen Ansichten beruhen darum offenbar auf einer unrichtigen Annahme des Infektionszeitpunktes.

Daß die Inkubationskurve auch für Frankreich dieselbe Bedeutung hat, wie für andere Weinländer, geht auch daraus hervor, daß Schad an anderer Stelle schreibt, es sei nützlich für Südwestfrankreich eine Inkubationskurve zu konstruieren in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeit. Wenn man die Tagesmitteltemperaturen berechne, sei es möglich, das Auftreten des Pilzes vorauszubestimmen. Das ist aber längst gemacht in Form unserer Inkubationskurve!

Auch ein Inkubationskalender nach unserem Muster, nur für die Verhältnisse Südwestfrankreichs abgeändert, wird vom Phytopathologischen Institut in Bordeaux an Weingutsbesitzer ausgegeben, um die für die einzelnen Monate in Betracht kommenden Inku-

bationszeiten möglichst genau im Weinberg selbst zu ermitteln. In der gleichen Weise gingen wir 1914 in Baden vor, nachdem sich gezeigt hatte, welche Bedeutung eine exakte Vorausbestimmung der *Peronospora*-Ausbrüche für die Bekämpfung zukommen muß.

Vorläufig schlägt man aber in Frankreich in der nun auch dort eingerichteten Vorhersage der Zeitpunkte für die *Peronospora*-Bekämpfung noch andere Wege ein. Es wird Sache der Franzosen selbst sein, sich mit den verschiedenen Methoden, die dort in Anwendung sind, einmal klar und konsequent auseinanderzusetzen, denn die *Peronospora*-Katastrophen 1930 und 1932 haben gezeigt, daß es zwecklos ist, die Vorausbestimmung der Spritzpunkte abhängig zu machen vom Triebwachstum oder von der Trieblänge, Zahl der ungespritzten Blätter usw. Einzig und allein die Biologie des Pilzes ist maßgebend, und darum ist auch die Inkubationskalendermethode am zweckmäßigsten, weil sie sich darauf aufbaut. Sie wird, wenn die Inkubationszeiten für Südwestfrankreich einmal genau ermittelt sind, zweifellos dort dieselben Dienste erweisen, wie bei uns und wird alle die komplizierten und unsicheren bisherigen Methoden überflüssig machen.

Auch in Deutschland wird der *Peronospora*-Vorhersagedienst noch nicht überall gleichmäßig gehandhabt. Vor allem in jenen Weinbaugebieten, die in einer niederschlagsarmen Zone liegen, gibt man manchmal die Aufforderungen zum Spritzen erst dann heraus, wenn sich die ersten *Peronospora*-Ausbrüche gezeigt haben, weil erfahrungsgemäß dieser erste Ausbruch und die anschließende Neuinfektion in normalen, das heißt regenarmen Jahren, keine zu großen Schädigungen des Weinstocks bedingt. Man spritzt deshalb in solchen Trockengebieten vor der Rebblüte gewöhnlich nur einmal. In regenreicheren Gebieten ist das nicht möglich. Hier wäre bei nur einmaliger Vorblütebespritzung die Gefahr der epidemischen Ausbreitung des Pilzes zu groß. Auch hinsichtlich der besten Zeitpunkte zum Spritzen der Reben sind bei den Spritzaufforderungen mitunter noch Unterschiede vorhanden, die nicht allein durch klimatische Faktoren begründet erscheinen. Aber im großen und ganzen darf man doch sagen, daß die Spritzaufforderungen, die nun von allen deutschen Weinbauanstalten alljährlich herausgegeben werden, ungefähr miteinander übereinstimmen, und daß es mit drei bis vier Bespritzungen mit kupferhaltigen Mitteln alljährlich glückt, die *Peronospora* in Schach zu halten. Dabei wird die erste Bespritzung in der Regel Ende Mai erfolgen (wird in Trockengebieten z. T. eingespart), die nächste noch vor der Rebblüte,

die dritte unmittelbar nach der Rebblüte und die vierte Mitte bis Ende Juli. Natürlich wechseln die Zeitpunkte je nach der Witterung und der Entwicklung des Pilzes. Die genauen Zeiten für die Bekämpfung zeigt der Inkubationskalender. Wer sich daran hält und rechtzeitig Blattunterseiten und die Gescheine bespritzt, wird mit weniger Bespritzungen und dadurch mit geringeren Kosten viel mehr erreichen als solche Winzer, die planlos mit oft viel zu konzentrierten Brühen und viel zu häufig, dagegen aber zur un-rechten Zeit gegen den Pilz vorgehen. So hat die Inkubationskalendermethode vor allem auch einer wirtschaftlichen *Peronospora*-Bekämpfung freie Bahn geschaffen.

Literatur.

1. Müller, K. Die Bekämpfung der Reben-*Peronospora* nach der Inkubationskalendermethode. Jahresber. der Vereinig. für angew. Bot., **16** 1918, S. 21.
2. Seeliger, R. Grundlinien für die Durchführung einer einheitlichen *Peronospora*-Bekämpfung im Weinbaugebiet Saale-Unstrut im Jahre 1927 auf Grund der Vorhersage der geeignetsten Spritzzeiten mit Hilfe der Inkubationskalender-Methode. Provinzialsächsische Monatsschr. für Obst-, Wein- u. Gartenbau, **28** (1927), S. 109.
3. Zillig, H. Wann soll die erste Bespritzung gegen Reben-*Peronospora* erfolgen? Bernkasteler Zeitung vom 19. Mai 1934.
4. Dufrénoy, J. Les facteurs écologiques de l'apparition des lésions de *Plasmopara viticola* sur la vigne. Compte rend. des sciences de la Soc. de biologie. Bordeaux, **111** (1932), S. 187.
5. Müller, K. und Sleumer, H. Biologische Untersuchungen über die *Peronospora*-Krankheit des Weinstocks mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bekämpfung nach der Inkubationskalendermethode. Landw. Jahrbücher, **79** (1934, S. 509. Auch als Sonderdruck beim Verlag Paul Parey, Berlin zu beziehen.
6. —. Die biologischen Grundlagen für die *Peronospora*-Bekämpfung nach der Inkubationskalender-Methode. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, **46** (1936), S. 104.
7. —. Inkubationskalender. Mitt. Nr. 1 des Bad. Weinbauinstituts. Verlag des Bad. Weinbauinstituts in Freiburg i. Br.
8. Herbert, P. Die *Peronospora*-Bekämpfung auf dem Wege zur Sicherheit der Voraussage. Landw. Blätter f. Siebenbürgen, **62** 1934, Nr. 22.
9. Prinz, J. Beiträge zur Biologie und Bekämpfung der Rebschädlinge. Tiflis 1925, S. 81.
10. Müller, K. Calendrier d'incubation du Mildiou. Übersetzt von Dr. Wuilloud. Sion 1933.
11. Schad, C. Les stations d'avertissements agricoles et la lutte contre le mildiou de la vigne. Annales des Epiphyties et des Phytogénétique, **2** (1936), S. 283.

Die Notwendigkeit der Anfälligkeitsprüfungen unserer Laub- und Nadelhölzer.

Von

Joha Westerdijk, Baarn.

Heutzutage ist in den meisten Ländern ein gesteigertes Interesse an Aufforstungen zu erkennen.

Nicht allein ist zuviel Holz geschlagen worden, so daß sich Holzmangel bemerkbar macht, sondern es hat auch der neuzeitliche Waldbau die Beachtung der Arten- und Sorten-Frage für unsere Wälder notwendig gemacht. Die Volkspark-Anlagen finden allgemeines Interesse. Außerdem ist durch die neueren Holzindustrien eine schärfere Auswahl von bestimmten Holzqualitäten erforderlich. Arten und Typen für diese verschiedenen Zwecke sind aus anderen Weltteilen eingeführt; die Vor- und Nachteile dieser mehr oder weniger exotischen Typen sind wieder in den Vordergrund getreten. Kurzum es ist klar, daß ein Bedarf nach besseren Typen für allerhand Zwecke vorhanden ist.

Diese Auswahl wird aber auf die Dauer zu den größten Enttäuschungen führen, wenn nicht mit forstlichen und genetischen Untersuchungen auch Krankheitsprüfungen Hand in Hand gehen.

In den letzten Dezennien sind die Anfälligkeiterscheinungen bei Getreidearten das Thema gründlicher Untersuchungen gewesen, sowohl in der Neuen als in der Alten Welt. Die besten Forscher haben sich bemüht, sehr exakte Methoden auszuarbeiten, durch die die Krankheitsbilder bei verschiedenen Graden der Anfälligkeit festgestellt wurden.

Es hat sich dabei ergeben, daß, wenn es sich um obligate Parasiten handelt, auch die Biotypen der Pilze betrachtet werden müssen. Sehr genau kennt man bei den einzelnen Getreidesorten die Anfälligkeit gegen die vielen physiologischen Rassen der Roste.

Handelt es sich dagegen um fakultative Parasiten, so ist die Spezialisierung innerhalb der Arten viel weniger ausgeprägt, daher sind diese Prüfungen weniger schwierig und weniger umständlich.

In den Fällen, wo es sich heute um Anfälligkeitsprüfungen bei Bäumen handelt, hat man es vielfach mit solchen wenig spezialisierten, fakultativen Parasiten zu tun. Doch haben sich die

angewandten Botaniker noch zu wenig mit diesen Fragen beschäftigt und die Wichtigkeit wird häufig verkannt.

Es ist Zweck dieser kurzen Mitteilung, noch einmal auf die große Bedeutung dieser Fragen für die Bäume hinzuweisen und zu gleicher Zeit einige Beispiele anzuführen, die besonders in den Niederlanden Interesse erregt haben.

Selbstverständlich haben große unerwartete Epidemien von Pilzkrankheiten bei Bäumen immer einen großen Eindruck auf die Bevölkerung gemacht; sie waren häufig Anleitung zu abergläubischen Äußerungen.

Glücklicherweise geben sie heutzutage auch zu ausführlichen wissenschaftlichen Untersuchungen Veranlassung.

Die Ulmengraphiose, die in Westeuropa und jetzt auch in den Vereinigten Staaten so großes Aufsehen erregt hat, ist das erste Beispiel, das ich hier besprechen möchte, da in diesem Falle die Prüfung schon längere Zeit durchgeführt ist und außerdem leicht erscheint.

Ceratostomella (Graphium) Ulmi Buisman ist ein fakultativer Parasit, bei dem keine großen Unterschiede in der Virulenz bei verschiedenen Isolationen bestehen — Biotypen, d. h. Rassen, die an bestimmte Ulmen angepaßt wären, sind bis heute noch nicht aufgefunden worden.

Anfälligkeitsversuche lassen sich daher, was den Pilz anbelangt, der dazu noch sehr leicht kultivierbar ist, ohne Schwierigkeiten durchführen.

Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, daß die holländische Ulme (*Ulmus hollandica-belgica* Rehder) eine ungemein anfällige Art darstellt und daß sie möglicherweise ein Bastard ist. Jedenfalls wird sie immer vegetativ fortgepflanzt.

Bei einem solchen „Klon“ ist wohl jedes Individuum gleich anfällig. Daher ist wohl auch diese Seuche in den Gebieten, wo die holländische Ulme als Bepflanzung der Wege eine Hauptrolle spielt, so ungemein verheerend aufgetreten. Die Niederlande, Belgien, Nordfrankreich und Westdeutschland sind hier wohl die zuerst betroffenen Gebiete gewesen. Es gehört aber auch die amerikanische Ulme (*Ulmus americana* L.) zu den sehr empfindlichen. Obwohl diese Art durch Samen vermehrt wird, ist fast jedes Individuum anfällig. Die seuchenartige Ausbreitung in den Vereinigten Staaten muß nach den Beschreibungen mindestens so schlimm sein, als die westeuropäische.

In den Niederlanden braucht man unbedingt eine starkwüchsige Ulme zur Bepflanzung der Wege und Deiche. Außerdem soll sie windfest sein und gutes, starkes Holz liefern. Die Landwirtschaft braucht viel Ulmenholz für Wagen, Holzschuhe usw. Die Ulme läßt sich daher schwer durch andere Bäume ersetzen.

Mehr als in anderen Ländern schien eine Arten- und Sortenprüfung auf Anfälligkeit gegen die Ulmenkrankheit erwünscht. Daher hat ein semi-offizielles Komitee die Aufgabe der Prüfungen übernommen und die nötigen Gelder zu dieser wissenschaftlichen Arbeit gesammelt.

Bekanntlich sind diese Prüfungen im Phytopathologischen Laboratorium „Willie Commelin Scholten“ zu Baarn bis 1936 durch Dr. C. J. Buisman bis zu ihrem Hinscheiden ausgeführt und von Dr. C. J. Went fortgesetzt. 1936 hat dazu noch Prof. J. Honing im Institut für Erbliehkeitslehre in Wageningen Kreuzungsarbeit angefangen, und er wird auch weitere genetische Fragen bearbeiten.

Durch die Zusammenarbeit vieler Interessierten ist in den Niederlanden eine Sammlung von allen beschriebenen Ulmenarten zusammengebracht und außerdem sind Arten von sehr verschiedener Herkunft gesammelt worden. Eine Inokulationsmethode ist ausgearbeitet, nach der sie jährlich geprüft werden.

Da nach dem Einbringen von Sporen mit einer Spritze schon nach 6—10 Tagen die Folgen der Infektion sichtbar werden und diese fast immer gelingt, ist die Prüfung leicht durchzuführen. Wollenweber in Dahlem machte zu gleicher Zeit in ähnlicher Weise Prüfungen und es decken sich im großen ganzen die Resultate. Nur werden die Versuche in den Niederlanden weiter durchgeführt, wegen der größeren Bedeutung der Ulme.

Es hat sich herausgestellt, daß es, wie zu erwarten war, innerhalb der Art *Ulmus hollandica* keine resistenten Individuen gibt. Es ist wohl aussichtslos, weiter zu suchen.

Die amerikanische und die englische Ulme haben sich als sehr anfällig erwiesen. Auch *Ulmus glabra* Huds. (*U. montana*) erscheint ohne Resistenz zu sein. Dagegen ist die Anfälligkeit der Sämlinge von *Ulmus foliacea* Gilbert (*U. campestris*) eine sehr verschiedene, und unter den eingeführten Exemplaren aus Spanien und Frankreich gibt es einzelne, die widerstandsfähig erscheinen. Mit den (vegetativen) Nachkommen des Sämlings Nr. 24 (Spanisch) sind die Resultate bis jetzt sehr günstig. Auch hat *Ulmus hollandica vegeta* Rehder eine geringere Anfälligkeit, obwohl keine völlige Resistenz.

Die vollkommen immunen asiatischen Typen (*U. pumila* L. und andere) können durch ihre kleine Wuchsform in den Niederlanden die holländischen Ulmen nur in den Straßen, nicht an den Wegen ersetzen. Alle diese Versuche, die von 1930 bis heute durchgeführt worden sind, geben eine gewisse Sicherheit, daß durch langjährig fortgesetzte Prüfungen es wohl gelingen wird, auf die Dauer die holländische Ulme durch eine resistente Form zu ersetzen.

Nach der aussichtsreichen Erfahrung mit der Ulme schien es wohl gerade in den Niederlanden erwünscht, Anfälligkeitsuntersuchungen mit Pappeln anzustellen. Verschiedene Umstände gaben Anlaß dazu.

Neue Industrien schienen eine neue Sortenprüfung zu erfordern; eine neue Monographie der Gattung *Populus* wurde bearbeitet von Dr. G. Houtzagers, Unterdirektor der Niederl. Heide-Gesellschaft, und letztere Korporation erkannte die Bedeutung einer Anfälligkeitsprüfung dadurch an, daß sie Gelder und Material zur Verfügung stellte. Die Prüfung wird nun teilweise im Phytopathologischen Laboratorium „Willie Commelin Scholten“ in Baarn durch Frl. Dr. H. C. Koning (Krebs) und teilweise im Institut für Mykologie in Wageningen durch Dr. H. van Vloten (*Dothichiza*) ausgeführt.

Bei den Krebsuntersuchungen wurde sofort vorausgesetzt, daß neben *Nectria coccinea*¹⁾ auch andere Krebserreger wahrscheinlich von Bedeutung sind, da sich mehrere Krebsbilder dartun. Für das Bestehen eines Bakterienkrebses, wie er früher in Frankreich von Delacroix beschrieben wurde²⁾, liegen keine überzeugenden Versuche vor. Diese Möglichkeit wird aber im Auge behalten. Auch sind im Laufe der (noch nicht publizierten) Untersuchungen Zweigsterben aufgetreten, die möglich mit in diese Untersuchungen einbezogen werden müssen. Die Anfälligkeit gegen eine Sammlung sehr verschiedener Organismen muß also bearbeitet werden.

Weiter müssen die Symptome des Käferfraßes, die Krebs vortäuschen können, und eventuell auch Mischbilder von Pilzen und Käfern genauer festgelegt werden.

Ein Sortiment von eingeführten Pappeln liegt schon vor und wird bearbeitet. Hunderte von Inokulationen zu verschiedenen

¹⁾ J. Westerdijk en A. v. Leeijk. Mededeling van het Phytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten, No. VI, 1924.

²⁾ G. Delacroix, 1906, Sur quelques maladies bactériennes observées à la Station de Pathologie végétale, Ann. Inst. Nat. Agron., II. sér. 2, pag. 353.

Jahreszeiten werden vorgenommen. Es hat sich durch diese Versuche schon gezeigt, daß, ebenso wie im Falle der Ulmenkrankheit, die Infektion zu bestimmten Zeiten durchgeführt werden muß.

Auch bei der Pappel handelt es sich um einen leicht vegetativ vermehrbaren Baum. Die resistenten Typen werden sich also in der Praxis leicht vermehren lassen.

Eine dritte Baumkrankheit, die in den Niederlanden stark auffällt, ist die Bakterienkrankheit der Weide, verursacht durch *Pseudomonas saliciperda*¹⁾. Sie ist eine typische Gefäßbakteriose. Die Thyllenbildung und Bräunung der Gefäße erinnern an die der Ulmenkrankheit; auch die äußeren Symptome ähneln sich. Die bakterielle Natur dieser Krankheit ist aber durch das Hervortreten von Bakterien Schleim aus den Gefäßen leicht erkennbar.

Die Ausbreitung der Bakterien im Baume ist viel bedeutender als bei der Graphiose. Während bei letzterer die Infektion zu $\pm 15\%$ in die Knospen eindringt, wandert das Weidenbakterium in die allermeisten Knospen hinein. Das Absterben der Bäume geht also in viel rascherem Tempo vor sich.

Schon im Landschaftsbilde der Niederlande ist das Fortschreiten der Krankheit deutlich wahrnehmbar, namentlich in *Salix alba*, sowohl in der natürlichen als in der geköpften Form.

In den Kopfweiden werden natürlich häufig die erkrankten Zweige zurückgeschnitten. Andererseits werden viel zu viel kranke und tote Zweige durch Unkenntnis der Krankheit an den Bäumen gelassen.

Es wäre sehr erwünscht, eine Sortenprüfung auf Anfälligkeit bei einer Menge von Weidenarten durchzuführen, namentlich auch an Korbweiden. Die Weide bietet die gleichen Vorteile wie Pappel und Ulme: sie läßt sich wohl am allerleichtesten vegetativ fortpflanzen.

Die zunehmende Bedeutung der *Rhabdocline pseudotsugae*-Krankheit für die Douglasien (*Pseudotsuga*-Arten) läßt es nötig erscheinen, auch die Rassenanfälligkeit dieser Pflanzen besser zu studieren.

Bekanntlich ist *Rhabdocline* ein obligater Parasit, der die Nadeln befällt. Diese fallen durch den Angriff leicht ab. *Pseudotsuga Douglasii* Carr. ist viel weniger anfällig als *Pseudotsuga glauca* Mayr. Die Sortenfrage wird nun dadurch kompliziert, daß eine sogenannte „caesia“-Form besteht mit großer Anfälligkeit,

¹⁾ E. Lindeyer, 1932, Bacterieziekte van den wilg, veroorzaakt door *Pseudomonas saliciperda* n. sp. Diss. Amsterdam.

welche Eigenschaften der beiden vorigen Arten in sich vereinigt. Nach van Vlotens Auffassung¹⁾ bestehen viele solche Zwischenformen und müßte *Pseudotsuga caesia* als ein Komplex von Rassen angesehen werden. Es ist wohl sehr wahrscheinlich, daß der Pilz Biotypen bildet: obligate Parasiten machen solche meistens. Durch diese Tatsache wäre es verständlich, daß an einzelnen Stellen *Pseudotsuga Douglasii* auch erkrankt. Andererseits ist es auch gar nicht undenkbar, daß sehr verschiedene Resistenz innerhalb dieser Art vorliegt.

Es ist also sehr notwendig, verschiedene Rassen auf Anfälligkeit zu prüfen. Mit von Geyr²⁾ bin ich der Meinung, daß diese Prüfung trotz der möglichen Ausbildung von Biotypen des Pilzes notwendig ist; künstliche Infektion wäre dabei sehr erwünscht.

Es ist aber auch sicher, daß durch Biotypen die Chance auf Resistenz verringert wird und außerdem ist, durch die geschlechtliche Fortpflanzung dieses Baumes, weniger Aussicht, daß die Resistenz auf die Nachkommenschaft übertragen wird.

Noch schwieriger liegt die Frage bei dem Blasenrost der Weymouthskiefer (*Peridermium Strobi* = *Cronartium ribicola* Dietr.)³⁾. Bekanntlich gehört dieser Rost zu den wirtswechselnden Arten und müßte also die Resistenz von beiden Wirten geprüft werden. In den Niederlanden hatte man früher schöne Weymouthsanpflanzungen, das Holz wurde geschätzt: der größere Teil ist aber an Blasenrost erkrankt. Sowohl in Deutschland (Tubeuf und Wolpert) als in U. S. A. (P. Spaulding) haben solche Prüfungen an wilden und kultivierten *Ribes*-Arten und an fünfnadeligen Kiefern stattgefunden. Sowohl im Gewächshaus als im Freien sind Inokulationen durchgeführt worden. Als Folge dieser Versuche wird darauf hingewiesen, daß es sowohl im Interesse der Johannisbeer-Kultur als auch im Interesse der *Pinus*-Arten erwünscht ist, immune *Ribes*-Arten, wie „rote Holländische“ zu kultivieren.

In U. S. A., der Heimat der Weymouthskiefer, ist das Ausrotten der wilden *Ribes*-Arten zum Teil durchführbar. In Europa ist es aber, bei der ungemein großen Verbreitung von allerhand *Ribes*-Sorten in Gärten, wohl vorläufig noch nicht möglich, durch Be-

¹⁾ H. van Vloten, *Rhabdocline Pseudotsugae* Sydow, Oorzaak eener ziekte van Douglasspar. Dissertation Wageningen, Mees-Santpoort.

²⁾ H. von Geyr, Forstarchiv, VIII, 1932, S. 241 und andere Bände.

³⁾ von Tubeuf, Studien über Symbiose und Disposition, sowie über Vererbung pathologischer Eigenschaften unserer Holzpflanzen. IV. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, 1933, S. 433.

einflussung der *Ribes*-Kultur, die Weymouthskiefer zu retten. Je mehr aber in der Zukunft die Kulturen in Europa sich auf wenige Arten beschränken werden, um so mehr werden sich solche Fragen lösen lassen.

Was die Lärche anbelangt, so ist eine Anfälligkeitsprüfung auf den Krebs (*Dasyscypha Willkommii* Hartig) heute sicher gerechtfertigt.

In vielen Gegenden ist *Larix decidua* Mill. sehr anfällig. Da wir es in diesem Falle mit einem fakultativen Parasiten zu tun haben, wird wohl diese Krankheit durch äußere Umstände mehr beeinflusst als viele andere. Man hat in der Tat wohl auch die Erfahrung gemacht, daß Lokalrassen in der Anfälligkeit verschieden sind.

Im Waldbau in den Niederlanden wird heutzutage die japanische Lärche (*Larix leptolepis* Gord.) bevorzugt, weil sie viel weniger anfällig gegen Krebs ist.

Durch das Fehlen von älteren Beständen ist man über die Anfälligkeit der japanischen Lärche aber noch nicht ganz im Bilde.

Prüfungen mittels künstlicher Infektionen sind sehr erwünscht. Wohl aber ist bei diesen zu bedenken, daß die Infektionen meistens durch die Löcher der *Larix*-Motte stattfinden, und daß also Bäume, die für die *Larix*-Motte „schmackhaft“ sind, wohl auch mehr vom Krebs angegriffen werden.

Eine Seuche, die großes Aufsehen in Westeuropa erregt hat, ist die des Eichenmehltaus (*Microsphaera quercina* [Schw.] Burr), die 1907 plötzlich die Eichen befiel. Besonders das Schlagholz mit seinen dreimal im Sommer entfaltenden Sprossen ist stark anfällig und regelmäßig mit dem weißen Filz bedeckt.

Wohl ist bekannt, daß die amerikanischen Eichenarten mehltaufest sind. Da diese Arten nicht als Schlagholz brauchbar sind, scheint es wünschenswert, nach Rassen der europäischen Arten, die mehr Resistenz haben, Umschau zu halten. Sehr groß ist die Chance, daß man hier Resistenz findet, wohl nicht. Es ist neben den Rosten keine Gruppe der Parasiten, die so viel Biotypen aufweist, als die der Mehltauarten. Auch bildet die Vermehrung durch Samen der Eichen eine zweite Schwierigkeit.

Es scheint aber doch wenig erfreulich, daß man in Westeuropa nicht einmal den Versuch macht, andere Typen aufzufinden, und da man immer mehr einsieht, daß der Zuwachs des Baumes stark geschädigt wird, wird es wohl doch einmal dazu kommen müssen.

Schließlich könnte man noch die Schütteepilze (*Lophodermium* spec.) erwähnen. Obwohl auch diese Krankheiten sehr von äußeren

Einflüssen abhängig sind, kennt man doch z. B. bei den gemeinen Kiefern Unterschiede in der Anfälligkeit bei Lokalrassen. Schütteste Typen scheint man mit Sicherheit nicht zu kennen, doch wäre auch hier die Möglichkeit gegeben, solche aufzufinden.

Zusammenfassend kann man also folgendes sagen: Es besteht bei verschiedenen Arten unserer Wald- und Parkbäume die Notwendigkeit, resistente Arten anzupflanzen. Diese Auswahl kann nur dadurch geschehen, daß man durch Inokulationen mit den betreffenden Pilzen Arten, Sorten und Individuen prüft, um dann schließlich die resistenten weiterzuzüchten. Dabei muß, gerade da, wo es sich um fakultative Parasiten handelt, so viel als möglich unter verschiedenen Umständen, in verschiedenem Klima und bei verschiedener Ernährung geprüft werden. Die Frage der Infektion in Verbindung mit der Ernährung ist bei Bäumen erst sehr dürftig bearbeitet. Die Wasser- und Topfkulturen, die dazu benutzt werden sollen, erfordern viel Erfahrung und geben zu Enttäuschungen Veranlassung. Langjährige Versuche, die in dieser Richtung mit der Ulme betreffs Graphiose gemacht wurden, haben noch kein endgültiges Resultat gebracht. Doch scheint es wohl, daß die Ernährung höchstens von sehr geringem Einfluß ist. Weiter ist zu beachten, daß verschiedene Baumpilze und Bakterien durch Insekten übertragen werden. Es muß also nebenbei festgestellt werden, welche Typen die meiste Anziehungskraft für die betreffenden Insekten haben.

Was die künstliche Inokulationen anbelangt, so muß sehr stark damit gerechnet werden, daß meistens die Infektion nur zu ganz bestimmten Jahreszeiten gelingt und daß, bevor man nicht das ganze Jahr hindurch Inokulationen gemacht hat, keine Schlüsse gezogen werden können.

Zuletzt ist bei diesen Versuchen häufig ein großer Widerstand zu überwinden, indem gefürchtet wird, daß „zuviel Infektionsmaterial“ verbreitet wird. Demgegenüber möchte man sagen, daß in den Gegenden, wo die Krankheit vorhanden ist, dieses keine Bedeutung hat und daß für andere weit entfernte, geschützte Stellen ausgesucht werden müssen.

Alle diese Fragen liegen in einem Gebiet, in dem angewandte Botaniker (Phytopathologen in Verbindung mit Genetikern) fruchtbare Arbeit leisten können, denn für Waldbau und Baumkultur sind sie von höchster Bedeutung.

***Verticillium coccorum* (Petsch) Westerdijk als Parasit auf *Puccinia Chrysanthemi* Roze.**

Von

P. Kotthoff, Münster i. W.

Mit 2 Abbildungen.

Anläßlich einer Wirtschaftsberatung in einer Blumengärtnerei im November 1934 fand ich an einer kleinblumigen Chrysanthemensorte (Golden Seal) sehr starken Rostbefall, *Puccinia Chrysanthemi* Roze. Bei der Betrachtung der Rostpusteln fiel eine unnatürliche, graubräunliche Färbung auf. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß zwischen den braunen Rostsporen ein

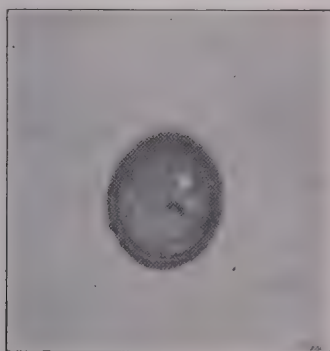


Abb. 1. *Verticillium*-Myzel im Inneren einer Rostspore.

schmales hyalines und septiertes Myzel und sehr zahlreiche kleine, ovale, einzellige und hyaline Sporen eines fremden Pilzes sich befanden. In der feuchten Kammer entwickelte sich auf den Rostpusteln ein Schimmel, der diese mit einem helleren Flaum bedeckte. Eingehende Untersuchungen zeigten, daß der Inhalt zahlreicher Rostsporen klumpig zusammengeballt war, viele Rostsporen keinen Inhalt zeigten, zusammengefallen oder mit Luft gefüllt waren. Im Innern einzelner Sporen war deutlich Myzel zu erkennen (Abb. 1). Die Rostsporenhäufchen waren mit Myzel durchspinnen und nur durch Verschieben des Deckglases unter

gleichzeitigem Druck war es möglich, einzelne Sporen frei zu Gesicht zu bekommen.

Die Reinzüchtung des Pilzes macht keine Schwierigkeiten. Er wächst auf den gebräuchlichen Pilz-Agarnährböden recht gut. Die Bestimmung des Pilzes ergab ein *Verticillium*, das vom Centraalbureau voor Schimmelkultures in Baarn als *Verticillium coccorum* (Petsch) Westerdijk identifiziert wurde. Petsch¹⁾ hatte den Pilz *Cephalosporium coccorum* benannt: er fand ihn auf Schildläusen (*Chionaspis salicis* auf Esche und auf *Lepidosaphes ulmi* auf Äpfel). In älteren

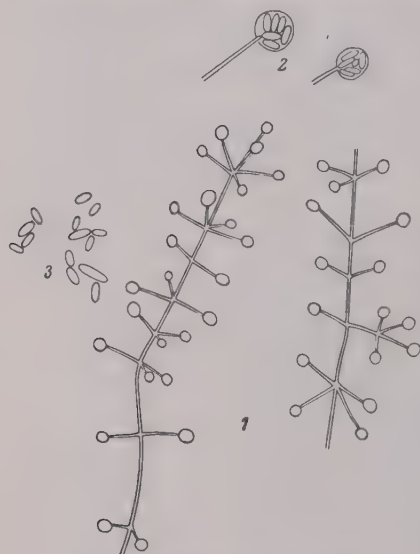


Abb. 2. *Verticillium coccorum*.

- | | |
|-------------------|-----|
| 1. Sporenträger | 247 |
| 2. Sporenköpfchen | 1 |
| 3. Sporen | 640 |
| | 1 |

Kulturen bildet der Pilz eine reiche *Verticillium*-Verzweigung (Abbildung 2) aus, ist also von Westerdijk richtig als *Verticillium coccorum* in ihrer List of Cultures 1936 angeführt. Die ovalen Sporen sind in ihrer Größe sehr variabel. Petsch gibt als Sporengröße $3-5 \times 0,75$ bis $1,5 \mu$, manchmal $6,5 \times 2 \mu$ an. Nach brieflicher Mitteilung von Frl. Professor Dr. Westerdijk besitzt ein anderer Stamm im Centraalbureau, den Rossypal aus *Lecanium coryli* züchtete eine Sporengröße von $3,7$ bis $7,3 \times 1,7-2,3 \mu$, während bei dem hiesigen Pilze die Sporengröße $2,9-6,5 \times 1,2$ bis $2,8 \mu$ durchschnittlich $4,0 \times 1,9 \mu$ beträgt.

Erst Herbst 1936 war es möglich, mit dem Pilze Infektionsversuche auf Chrysanthemenrost auszuführen. Chrysanthemenblätter mit Rostbefall wurden in eine Sporenemulsion des *Verticillium* getaucht und dann in eine feuchte Kammer gelegt. Nach einigen Tagen konnte man mit einer Lupe einen schimmelartigen Flaum auf den Rostpusteln erkennen. Bei der mikroskopischen

¹⁾ Petsch, Studies in Entomogenous fungi VI. The Brit. Myc. Soc. Trans X. 1924-26. S. 152.

Untersuchung zeigte sich dasselbe Bild wie beim ersten Fund 1934. Bringt man gesunde Rostsporen in einen mit *Verticillium*-Sporen beimpften, hängenden Wassertropfen, so entwickelt sich das *Verticillium* sehr gut und bildet bald in der Luft Sporenträger in überaus reicher Menge aus, während sich in reinen Wassertropfen nur eine schwache Keimung vollzieht, die ab und zu Ansätze zu einer Sporenbildung zeigt. Im Freiland ist die Übertragung des Pilzes auf rostbefallene Chrysanthemenblätter mittels einer verspritzten Sporenemulsion erst nach mehrmaliger Spritzung geglückt. Der Pilz kam auf vereinzelt Rostpusteln zur Entwicklung. Die Blattunterseite der Chrysanthemenblätter ist stark behaart und infolgedessen schwer zu benetzen, auch konnten die Pflanzen nicht in einem dampfgesättigten Raum gehalten werden und trockneten daher zu schnell ab. In einem größeren Bestande, in dem sich die Feuchtigkeit zwischen den dicht stehenden Pflanzen besser hält, würde wahrscheinlich eine Infektion eher möglich sein.

Das *Verticillium* dringt anscheinend durch die Rostpusteln ins Blattgewebe ein und breitet sich hier in der näheren Umgebung der Pusteln aus. Das Gewebe wird braunschwarz und es entstehen um die Rostpusteln kleine Faulstellen. Infektionen auf gesundem Blattgewebe mit Sporen oder Myzel sind nicht geglückt, auch nicht solche in Wunden. Der Pilz entwickelt sich demnach zuerst auf den Rostpusteln und dringt dann ins Blattgewebe ein.

Es wäre von großem Interesse zu untersuchen, ob das *Verticillium* auch auf anderen Rostarten auftritt. Herbst 1932 war in einer von dem Fundort nicht weit entfernten Gärtnerei auf $\frac{1}{2}$ -jährigen Eriken ziemlich viel Rost vorhanden. Auch hier zeigte sich bei einer zufälligen mikroskopischen Betrachtung der Rostsporen zwischen diesen fremdes Myzel mit kleinen hyalinen Sporen. Der Pilz wurde damals auch herausgezüchtet. Leider sind die Kulturen durch einen unglücklichen Umstand verunreinigt worden, so daß eine weitere Untersuchung unterblieb. In den folgenden Jahren ist in dem betreffenden Betrieb der Erikenrost nicht mehr aufgetreten. Auch in dem Chrysanthemenbestande ist der Rost inzwischen verschwunden, obwohl dieselbe Sorte weiter gebaut wird. Ob dies eine Folge der Parasitierung durch das *Verticillium* ist, läßt sich einstweilen nicht entscheiden.

Die bisherigen Literaturangaben über das Auftreten des Pilzes auf Schildläusen legten eine Prüfung nahe, ob der Münstersche Stamm auch auf Schildläusen sein Fortkommen fände. Mit Komma-

schildläusen besetzte Apfelästchen, die mit einer Sporenemulsion aus einer Kartoffelstückchenkultur bespritzt und dann in einem dampfgesättigten Raum in einem Glase Wasser aufgestellt wurden, zeigten nach 14 Tagen auf den Schildläusen keine Pilzentwicklung. Bei einem zweiten Versuch mit zwei sehr stark von der Kommaschildlaus besetzten Apfelästchen wurden die Zweige in eine Sporenemulsion ganz eingetaucht und dann in eine feuchte Kammer gelegt. Anfänglich war auch hier keine Pilzentwicklung zu sehen. Erst nach 4 Wochen zeigte sich über den dicht aneinandersitzenden Schildläusen ein grauer, dünner Flaum, der nur am Fuße der Schilde etwas dichter war. Die mikroskopische Prüfung ergab *Verticillium coccorum*, das überall reichlich fruktifizierte. Gute Entwicklung zeigte der Pilz auf *Aspidiotus hederae* Sign. an *Asparagus plumosus*, allerdings auch erst nach 4—6 Wochen. Die Tiere waren in ein ganzes Geflecht von Pilzhyphen eingehüllt. Die junge Brut wurde durch den Pilz größtenteils vernichtet.

In der Literatur konnten als Schmarotzer auf *Puccinia*-Arten nur *Tuberculinia*, *Olpidium uredinis* und *Darluca filum* gefunden werden. Neuerdings berichtet Hassebrauk über „Pilzliche Parasiten der Getreideroste“¹⁾. Er fand Pilze aus den einander nahestehenden Gattungen *Verticillium*, *Cephalosporium* und *Acrostalagmus*, also Verwandte unseres *Verticillium coccorum*.

¹⁾ Hassebrauk, Phytopathologische Zeitschrift, Bd. 9, S. 513.

Der schwarze Rindenbrand der Quitte.

[Erreger: *Phacidiella discolor* (Mout. et Sacc.) Potebnia.]

Von

H. W. Wollenweber.

(Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem.)

Mit 2 Textabbildungen.

In einem Quittengebüsch auf dem Versuchsfelde der Biologischen Reichsanstalt machte sich im Juli 1936 an etwa 30—35 Jahre alten, offenbar schon längere Zeit rückgängigen Bäumen ein Absterben bemerkbar. Verschiedene Äste waren schon abgestorben, und jüngere Ruten, deren Laub welkte, im Eingehen begriffen. Sie saßen an den Stümpfen von Ästen, die man wohl wegen Befalls abgesägt hatte, ohne daß es gelungen war, dem Übel zu steuern. Der Befall erinnerte an die Rotpustelkrankheit (*Nectria cinnabarina*, Nebenfruchtform *Tubercularia vulgaris*), die auch oft von Schnittwunden der Zweige, Astgabeln und Stümpfen von Bäumen und Sträuchern ihren Ausgang nimmt. Auf der Rinde fanden sich jedoch statt rötlicher Polster schwarze, scheibenartige (Abb. 1 A, B), bis 1 mm große, rundliche, glatte bis runzelige, einem Diskomyzeten ähnliche Fruchtlager. Bei der mikroskopischen Untersuchung von Mikrotomschnitten zeigten sie sich von sporenhaltigen Schläuchen durchsetzt (Abb. 1 C). Obgleich in großer Zahl auf der Rinde vorhanden, waren die Lager infolge ihrer Dunkelfärbung ziemlich unscheinbar, aber mit der Lupe deutlich zu sehen. Sie sahen aus etwa wie Schorfpusteln, umgeben von Resten der von dem Pilze emporgehobenen und geborstenen Rinde (Abb. 1 A). Unter den mit den Fruchtlagern besiedelten Ästen waren solche, die schon völlig abgestorben und mit Moos grün bezogen waren sowie Zweigstümpfe mit zerfallender, abgeplatzter und teilweise am Boden liegender Rinde. Der Pilz wurde als *Phacidiella discolor* bestimmt. Er ist von Potebnia (1) aus der Ukraine als Erreger eines krebsähnlichen Rindenbrandes des Apfelbaumes erkannt und schon 1912 genau beschrieben. Einige Ergänzungen über die Sporen (Abb. 1 D) sind in der Diagnose am Schlusse dieser Studie über den Quitten-Rindenbrand enthalten. Durch Aussaat einzelner Askosporen des Quittenpilzes auf künstliche Nährböden ließ sich auch binnen



Abb. 1. *Phacidiella discolor* (Mont. et Sacc.) Potebnia.

A—K von Quittenästen (*Cydonia vulgaris*) mit Rindenbrand, Dahlem, 15. 7. 1936.
L von Birnen (*Pirus communis*)-Stielendschwarzfäule, Stadthagen, 19. 12. 1919.
(A—D nach der Natur, E—K nach Reinkulturen von Askosporenaussaaten,
L nach Reinkulturen der Nebenfruchtform, *Fuckelia conspicua* Marchal = *Phacidiopyrenis malorum* Potebnia, gezeichnet. Vergrößerungen in Klammern beigefügt):

- A. Fruchtlager (Ascomata) im Aufriß, von Bruchstücken der Astrinde umgeben oder zum Teil bedeckt (12,5).
- B. Fruchtlager (Ascoma) stärker vergrößert (25).
- C. Teil eines Fruchtlagers mit 4—8-sporigen Schläuchen im Paraphysengeflecht (200).
- D. Askosporen meist einzellig, ausnahmsweise zweizellig (500).
- E. Pykno- oder Spermogonium mit Hyphenschopf außen und sporen-erfüllten Höhlungen im Innern (31 Tage alte Kultur auf Reisbreinährboden) (12,5).
- F. Spermogonium mit 3 vom Schnitt getroffenen kapselartigen Sporenhöhlen (31 Tage alte Kultur auf Kartoffelstengel) (50).
- G. Sporenträger bisweilen verzweigt aus einer Höhle des Spermogoniums in Fig. F (250).
- H. Pyknosporen einzellig, ausnahmsweise zweizellig, hyalin (500).
- J. Reife, gebräunte Pyknospore (Chlamydospore) mit mehrschichtiger Wandung (500).
- K. Mikrosporen (Spermatien), die in den Gehäusen und an keimenden Sporen entstehen (500).
- L. *Sphaeronema*-ähnliche, lang gestielte oder sitzende, kugelig-eiförmige, einzelnstehende oder gesellig verbundene Spermogonien (10, rechts ein einzelnes stärker vergrößert 25, alle mit Sporentropfen am Scheitel.

Monatsfrist die Spermogoniumstufe des Pilzes gewinnen (Abb. 1 E bis L), welche unter verschiedenen Namen wie *Phacidiopyrenis malorum* Pot. (1), *Fuckelia conspicua* March. (3) und *Pyrenochaeta furfuracea* Rostr. (11) beschrieben und von kranken Ästen oder schwarzfaulen Früchten von Birne bzw. Apfel auch aus Belgien (3; 8), aus der Schweiz (4), aus England (5—7), Norwegen, Frankreich (9; 10) und Dänemark (11) gemeldet worden ist. In Deutschland ist die durch die Spermogoniumstufe von *Phacidiella* bewirkte, meist vom Stielende der Früchte ausgehende Schwarzfäule schon mehrfach in den letzten beiden Jahrzehnten festgestellt.

Das Verzeichnis unserer Reinkulturensammlung gibt folgende Fundorte an:

- Nr. 375, 506, 509 von Stielend-Schwarzfäule einer Birne der Sorte „Prémices de Marie Lesueur“ aus einem Obstgarten in Stadthagen, Schaumburg-Lippe, Lagerobst, 19. 12. 1919 (Abb. 1 L); zusammen mit *Gloeosporium perennans* Zell. et Childs;
- Nr. 984, 1398 von schwarzfaulen „Herrenhäuser Christ“-Birnen, ebenfalls aus Stadthagen, Januar 1923;
- Nr. 5029 von Apfelästchen mit Rindenbrand aus Berlin-Dahlem, August 1933 (leg. Hübner);
- Nr. 5899 von einem Quittenaste aus Berlin-Dahlem, 1936. Auch schwarzfaule Quittenfrüchte, die unter einem Baume lagen, waren mit Pusteln des Pilzes besiedelt.
- Nr. 6055 von Quittenästen ebenda, 15. Juli 1936 mit den schwarzen Fruchtscheiben der Schlauchform;
- Nr. 6098 desgl., 4. Januar 1937 mit reifen Pusteln der *Fuckelia*-Stufe, teils in den Winkeln zwischen Rinde und Schlauchformbasis, teils von der Fruchtscheibe emporgehoben und diese überlagernd.

Die Tatsache, daß hier die Nebenfruchtform von *Phacidiella discolor* vorlag, ergab sich erst beim Studium des Quittenpilzes. Die Pyknosporen maßen ganz einheitlich in allen Fällen im Mittel 11×8 bei mittleren Schwankungen der Größe von $9-12 \times 6,5-9$ und Grenzwerten von $6-16 \times 4-12 \mu$. Besonders große Sporen maßen $14 \times 8,4$ ($12-16 \times 7-12$) μ und ausnahmsweise zweizellige 14×9 ($10-20 \times 7-16$) μ . Im Alter kapselten sich viele Sporen auch oft noch innerhalb eines Spermogoniums unter Abrundung und Bräunung des Inhalts durch eine doppelte, stark lichtbrechende Hülle ab und bildeten so eine Art Dauerform (Abb. 1 J).

Auch die von Potebnia (1), Marchal (3), Brooks (6) u. a. beobachteten Mikropyknosporen von $5,1 \times 2 \mu$ Größe entstanden bei allen obigen Isolierungen. Die früher von mir noch in Betracht gezogene Möglichkeit des Vorhandenseins einer Mischung zweier verschiedener Pilze erwies sich als nicht stichhaltig, da alle von einzelnen Makropyknosporen wie auch die nunmehr von Askosporen des Quittenpilzes abgeleiteten Reinkulturen stets dasselbe Bild zeigten: Innerhalb eines Monats reiften die Spermogonien aus, schwarze, knorpelig-gallertige Gebilde von kugelig-kegelförmiger Gestalt, teils glatt, teils warzig, kahl oder mit einem hellen bis olivgrünlichgrauen Hyphenmantel umgeben. Die durch ihre dunkle Färbung gekennzeichnete, unscharf begrenzte, aus zarten, miteinander verflochtenen septierten Hyphen bestehende Wand war ziemlich dick, lederig-gallertig. Im Innern enthielt das Spermogonium zahlreiche, kapselartige, in ein helles Grundgewebe eingebettete Sporenfalten von nieren-, linsenförmiger (im Querschnitt betrachtet bisweilen stark rundbogenförmig gewölbter) oder unregelmäßiger Gestalt und verschiedener Größe (Abb. 1 E, F). Anfangs findet man in den noch fast zusammengefalteten Sporenfächern stäbchenartige Sporen (Spermation) von $5,1 \times 2$ meist $4-7 \times 1,6-2,5$ ($3,5-13 \times 1,5-4$) Größe vor (Abb. 1 K). Sie treten später immer mehr zurück, um den Makropyknosporen Platz zu machen. Die von einfachen oder spärlich verzweigten, in dichten Rasen von der Höhlenwand ins Innere sprossenden Trägern abgeschnürten Makropyknosporen (Abb. 1 G), welche sehr bald vorherrschen, sammeln sich in den unter Zurückweichen des Grundgewebes erweiterten und miteinander verfließenden Höhlungen an und werden schließlich als helle bis gelbliche Schleimballen oder Ranken nach außen entleert (Abb. 1 L).

Von Interesse ist das Vorkommen von Konidien im freien Luftmyzel, worauf Potebnia schon hinweist. Nach Pyknosporenaussaat z. B. auf Kartoffelsaftagar wächst eine allseitig ausstrahlende, in 12 Tagen 5—6 cm Durchmesser erreichende runde Kolonie aus zartem, hellem Myzel hervor. In dem das Substrat bespinnenden Myzel bemerkt man an den dickeren (5μ), stark septierten Hyphen winzige Vorsprünge. Sie bedecken sich bald mit einem Kranz stäbchenförmiger $6,8 \times 1,9$ ($5-8 \times 1-2,2$) μ messender, von $1-2 \mu$ langen, Zäpfchen abgeschnürter Mikrokonidien. Nach dem Freiwerden nehmen sie an Größe zu, schalten auch wohl eine oder zwei Querwände ein und vermehren sich durch Sprossung wie bei

Hefe oder wachsen zu Fäden aus. Man findet also viele ellipsoide, zylindrische oder spindelförmige Konidien verschiedener Größe [0-septiert $7,5 \times 2,5$ meist $4-12 \times 1,9-3,9$ ($3,5-16 \times 1-4,5$), 1-sept. $18 \times 4,6$ ($16-20 \times 3-5$) μ], die offenbar der Verbreitung des Pilzes dienen.

Während Ergebnisse über die Pathogenität der *Phacidiella discolor* von Quitte an Kernobstbäumen noch ausstehen, ließ sich die bereits von verschiedenen Autoren nachgewiesene fäulnis-erregende Eigenschaft des Pilzes mit der Schlauchform von Quitte (Nr. 6055) wie auch mit der Spermogoniumstufe von Quitte (Nr. 5899) und Apfel (Nr. 5029) im Infektionsversuch an Quitten und Äpfeln bestätigen.



Abb. 2. Quitten-Schwarzfäule, drei Wochen nach Infektion im November 1936 mit Pyknosporen aus einer Reinkultur der Nebenfruchtform oder Spermogoniumstufe [*Fuckelia* (*Phacidiopycnis*) *malorum* (Potebnia), syn. *Phacidiopycnis malorum* Pot., *Fuckelia conspicua* March., *Pyrenochaeta furfuracea* Rostr.] des Askomyzeten *Phacidiella discolor* (Mout. et Sacc.) Pot. einer Herkunft von rindenbrandkrankem Apfelzweig aus Dahlem (Nr. 5029). Rings um die Infektionswunde haben sich zahlreiche Spermogonien als hellgrau bereift erscheinende Pusteln auf der schwarzfaulen Schale der Frucht entwickelt.

Schon in 28 Tagen machte der Apfelpilz (5029) Quitten völlig schwarzfaul (Abb. 2), während die durch ihn bewirkten Faulstellendurchmesser bei Baumanns- und Ananas-Renetten 5—5,5 cm groß waren. In 7 und 14 Tagen waren die entsprechenden Durch-

messer bei Quitte, Baumanns- und Ananas-Renette 2 und 4,5 bzw. 0 und 2 bzw. 0 und 2,5 cm. Bei dem Quittenpilze (5899) erreichten die Faulflecken in 7, 14 und 28 Tagen bei Quitte, Baumanns- und Ananas-Renetten Durchmesser von 2, 4, 6 bzw. 0, 2, 3,5 bzw. 0, $1\frac{1}{2}$, 2 cm. Der langsamere Fortschritt der Fäule bei Äpfeln gegenüber Quitte ist in beiden Fällen deutlich. Andererseits verlief die Fäule bei Versuchen an Äpfeln, die mit einer von Einzelsporenaussaaten der Schlauchform (6055) abgeleiteten Reinkultur der Quitten-*Phacidiella* infiziert wurden, ebenso schnell wie die mit ihrer Nebenfruchtform (5899) auf Quitten erzielte Fruchtfäule. Die Spermogonien erschienen in allen Fällen schließlich zahlreich, reiften aber je nach dem Fortschritt der Fäule binnen Monatsfrist oder später erst aus. Sie bedeckten sich, wie üblich mit hellgrauem Hyphenflaum und haften fest auf der schwarzfaulen Fruchtschale, die infolge des dichten Besatzes mit Pusteln rauhschwarz wurde. Die Ausbildung der Pusteln wird durch feuchte Luft begünstigt, und es finden sich langgestreckte, kegelförmige, zylindrische oder gestielte, einzelnstehende oder gesellig verbundene, oft an *Sphaeroneuma* erinnernde Spermogonien in der Natur, auf der Fruchtschale wie in Reinkulturen (Abb. 1 L). Rostrup (11) hat die Apfelfäule schon 1902 auf Seite 571 seiner Plantepatologi ausführlich aus Dänemark beschrieben und in seiner Fig. 241 abgebildet. Die von ihm angegebene Sporengröße $8-10 \times 4-5$ für *Pyrenochaeta* nähert sich zwar dem Minimum unserer Isolierungen, hält sich aber noch durchaus im Rahmen der Ausmaße des Formenkreises dieser Art.

Dagegen gehört *Cytispora pyri* Fuckel mit $28 \times 10 \mu$ (nach Fuckel $20 \times 10 \mu$) großen Pykno-sporen wohl zu *Pezicula corticola* (Jörg.) Nannfeldt (12), syn. *Neofabraca corticola* Jörgensen, C. A. (Bot. Tidskrift 41 : 236, 1931), und nicht, wie von Höhnelt (2) annahm, zu der nach unseren Untersuchungen wesentlich kleinsporigeren ($11 \times 8 \mu$) Nebenfrucht von *Phacidiella discolor*, eine Tatsache, die bereits Miss Wakefield [siehe bei Brooks (6)] nachwies.

Die systematische Stellung von *Phacidiella discolor* ist noch umstritten. Nach Potebnia ist der Pilz ein echter Discomycet der Familie Phacidiaceae-Pseudophacidieae, nach von Höhnelt (2) dagegen eine Stictidaceae. Clements und Shear (13) ziehen *Phacidiella* zu der Gattung *Phacidium* Fries, während Nannfeldt (12) sie zu den Myriangiaceen zählt, also bei den Ascoloculares, der zweiten Hauptgruppe der höheren Schlauchpilze, einreicht und da-

mit von den Ascohymeniales, der dritten Hauptgruppe, die die Discomyceten im üblichen Sinne umfaßt, scharf trennt.

Die Diagnose des Quittenpilzes lautet wie folgt:

Phacidiella discolor (Mout. et Sacc.) Potebnia,

Potebnia, A. Ein neuer Krebserreger des Apfelbaumes, seine Morphologie und Systematik. Z. f. Pflanzenkrankh. 22, 129 bis 148. 1912, c. tabulis. — Brooks, F. T. in Trans. Brit. Myc. Soc. 13, 80. 1928.

Syn. *Phacidium discolor* Mouton et Saccardo in Sacc. Syll. Fung. 8, 716. 1889.

Phacidium verecundum Bomm., Rouss. et Sacc. Bull. Soc. Roy. Bot. 29, 233. 1891.

Pseudophacidium atro-violaceum v. Höhnelt. Sitzungsab. K. Ak. Wiss. Wien, Math.-Naturw. Kl., I. Abt. 126, 283. 1917.

Cenangium Strasserii Rehm. Ann. myc. 13, 1. 1915; Verh. Zool. Bot. Ges. Wien 65, 160. 1915.

Pyrenochaeta furfuracea (Fr.) Rostrup. Plantepatologi, p. 571. 1902.

? *Sphaeria furfuracea* Fries. Vet. Akad. Handl., p. 103. 1817; Syst. myc. 2, 409. 1822.

? *Periola furfuracea* Fries. Elenchus Fung. 2, 46. 1828.

Phacidiopycnis malorum Potebnia. Z. f. Pflanzenkr. 22, 144. 1912.

Fuckelia conspicua Marchal El. et Em. Bull. Soc. Bot. Belg. 54, 1. 1921, ic.

Ascomatibus innatis sparsis, margine arcuato inflexis, laciniatis, siccitate contractis e peridermio parum erumpentibus 1,1 (0,3—1,5) mm diam., 0,36 (0,2—0,6) mm altis ($\frac{2}{3}$ —1 mm sec. Potebnia, $\frac{2}{3}$ mm sec. Sacc.), fusco-cinereis, disco nigricante; ascis singulis vel junctis instratis, cylindrico-clavatis, 4—8-sporis 170×16 (150 — 180×12 — 20) μ (120 — 140×15 — 18 μ sec. Potebnia, 140×16 — 17 μ sec. Sacc.) paraphysibus filiformibus, copiosis, intricatis, septatis, tenuibus, intus ascos protegentibus, foris epithecium densum formantibus, apicem versus atro-violaceis; sporidiis monostichis, ovoideo-ellipsoideis, granulosis, hyalinis, continuis 21×10 plerumque 17 — $23,5 \times 9$ — 12 (13 — 32×7 — 16) μ (17 — 22×8 — 10 μ sec. Potebn., 20 — 22×9 — 10 μ sec. Sacc.), rarissime 1—2 septatis $22 \times 9,5$ (21 — $26 \times 8,5$ — 13) μ . Pycnosporangiis (spermatogoniis) globosis 0,4 (0,25—0,64) mm diam., sessilibus plus minusve erumpentibus, sparsis aut gregariis, majoribus $0,6 \times 0,9$ ($0,4$ — $0,8 \times 0,6$ — $1,4$) mm globoso-truncatis, subcylindricis, conicis, nec non Sphaeronemati similibus, valde elongatis, quasi stipitatis,

1—2×0,5—1 mm nigris, glabris vel papillulis verrucosis regulosis, saepe bysso hypharum brevium albo-griseo vel viridi-olivaceo tectis, hyphis interdum pluribus poris instructis, intus pluri-ocularibus, loculis numerosis plus minusve radiantibus, basidiis simplicibus vel ramosis, sparsim septatis, primo spermatiis dispositis ellipsoideo-cylindricis vel bacillaribus, continuis $5,1 \times 2$ plerumque $4-7 \times 1,6-2,5$ ($3,5-13 \times 1,5-4$) μ , dein sporis copiosis majoribus ovoideo-ellipsoideis, continuis 11×8 pler. $9-12 \times 6,5-9$ ($6-16 \times 4-12$) μ , singulis $14 \times 8,4$ ($12-16 \times 7-12$) μ , raro aetate 1-septatis 14×9 ($10-20 \times 7-16$) μ , denique multis sporis membranis crassis circumdatis brunneis chlamydosporis similibus; sporis in massis gelatinosis vel in cirrho pallidis aut albo-cremeis expulsis. Conidiis mycelio libero instratis ad sterigmata minima hypharum 5μ crassarum repentium dispositis primo spermatiis similibus continuis $6,8 \times 1,9$ ($5-8 \times 1-2,2$), dein germinantibus, majoribus, cylindraceis utrinque obtusis 0-septatis $7,5 \times 2,5$ plerumque $4-12 \times 1,9-3,9$ ($3,5-16 \times 2-5$), raro 1(2)-sept. $18 \times 4,6$ ($16-20 \times 3-5$) μ hyalinis.

Habitat in ramis corticatis aridis aut adhuc subviviis Piri spec. prope Leodium (Lüttich) Belgii (sub Phacidio discolore Mout. et Sacc.), Piri communis (statu perfecto), in ram. viv. Piri paradisiacae (statu perfecto et spermogonio) in pomariis, Charkow Ucrainae (sec. Potebnia), in ram. cariosis Piri mali in plantaribus, Melboreth Britanniae (Nattrass, Brooks), ram. carios. et fruct. putridis Cydoniae vulgaris in agro instituti biologici Berolini-Dahlemiensis in Germania (Wr.): statu spermogonio (syn. Fuckelia conspicua = Phacidio-pycnis malorum) in ram. cariosis. Piri communis, fruct. putr. Piri communis et P. mali in Belgio (Marchal, 1921, 1932), fruct. putr. Piri mali in Dania (Rostrup sub Pyrenochaeta, 1902), in Norvegia (Solberg cf. Brooks), in Helvetia (Osterwalder, 1921), Piri communis in Gallia (Barthelet, 1932-34); cort. ram. carios. Piri mali, Berolini-Dahlem (leg. Hübner, 8. 1933); fruct. ad pedunculum infestis nigro-putridis Piri communis var. *Prémices de Marie* Lesueur, socio Gloeosporio perennante Zell. et Childs (Wr., 12. 1919), in fruct. putr. Piri communis var. *Winter Herrenhäuser* Christbirne (Wr. Jan. 1923), Stadthagen, Sch. Lippe Germaniae.

Obs. Fungus arboribus Pomacearum (Piri, Cydoniae) morbum cariosum affert et fructus Pomacearum putrefacit.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Der Erreger des schwarzen Rindenbrandes der Kernobstbäume, *Phacidiella discolor* (Mout. et Sacc.) Potebnia, bisher in der Schlauchform nur aus der Ukraine und aus Großbritannien von *Pirus*-Arten bekannt, wurde in Deutschland auf *Cydonia vulgaris*, und zwar auf mehr oder minder abgestorbenen Quittenästen nachgewiesen.

2. Die unter Namen wie *Phacidiopycnis malorum* Potebnia, *Pyrenochaeta furfuracea* Rostr. und *Fuckelia conspicua* March. beschriebene, bisher nur von *Pirus*-Arten bekannte Spermogoniumstufe von *Phacidiella* fand sich in Deutschland auf lebenden und absterbenden Ästen sowie auf schwarzfaulen Früchten von Quitte und Apfel, ferner auf Birnen, die meist vom Stielende aus befallen wurden, im ganzen nicht allzu häufig vor.

3. Aus Askosporen ($0\text{-sept. } 21 \times 10 \mu$) der *Phacidiella discolor* von Quitte abgeleitete Reinkulturen lieferten erst eine im freien Myzel auftretende flüchtige Konidienstufe mit stäbchenförmigen oder zylindrischen, $0\text{-septiert } 6,8 \times 1,9$, keimend $7,5 \times 2,5$, selten $1\text{-sept. } 18 \times 4,6 \mu$ messenden hyalinen Konidien und dann normale Spermogonien der *Fuckelia*-Stufe mit Makropyknosporen ($0\text{-sept. } 11 \times 8 \mu$) und Mikropyknosporen (Spermatien) ($0\text{-sept. } 5,1 \times 2 \mu$).

4. *Phacidiella discolor* wurde im Infektionsversuch mit der Schlauchform von Quitte und der Nebenfruchtform von Quitte und Apfel als Erreger einer Schwarzfäule auf Früchten von Quitte und Apfel nachgewiesen.

5. Die ökonomische Bedeutung des schwarzen Rindenbrandes der Äste und der Fruchtfäule auf Kernobst hält sich anscheinend in mäßigen Grenzen, da nur ein geringer Prozentsatz der Früchte von dem Pilze befallen wird. Birnen wurden gewöhnlich vom Stielende aus angegriffen, Quitten im Infektionsversuch meist schneller in Fäulnis überführt als die geprüften Äpfel.

Schriftenverzeichnis

1. Potebnia, A. Ein neuer Kresbserreger des Apfelbaumes, *Phacidiella discolor* (Mout. et Sacc.) A. Pot., seine Morphologie und Entwicklungsgeschichte. Z. f. Pflanzenkrankh., **22**, 129. 1912, ic.
2. Von Höhncl. *Phacidiella* Potebnia em. v. Höhncl. Sitzungsb. K. Ak. Wiss. Wien, Math.-Naturw. Kl., Abt. I, **126**, 283—304. 1917.

3. Marchal El. et Em. Contribution à l'étude des champignons fructicoles de Belgique. Bull. Soc. Roy. de Bot. de Belg., **54** (N.S. 4), 31 pp., 2 pl. 1921.
4. Osterwalder, A. *Phacidiella discolor* als Fäulnispilz beim Kernobst. Centr. f. Bakt. u. Par., 2. Abt., **52**, 373. 1921.
5. Southee, E. A. and Brooks, F. T. Notes on a pycnidial fungus associated with a dying-back of apple branches. Trans. Brit. Myc. Soc., **11**, 213. 1926.
6. Brooks, F. T. On the occurrence of *Phacidiella discolor* (Mout. et Sacc.) Potebnia in England. Trans. Brit. Myc. Soc., **13**, 75—81. 1928, 2 pl.
7. Nattrass, R. M. The occurrence of *Phacidiella discolor* Pot. in the Bristol Province. Ann. Rept. Agr. & Hort. Res. Stat. Long Ashton, Bristol f. 1927, p. 99—100, 1 pl. 1928; ibidem f. 1926, p. 134—144. 1927.
8. Marchal, E. Recherches et observations effectuées à la Station de Phytopathologie de l'Etat pendant la période 1927—1931. Bull. Inst. Agron. et des Stat. de Recherches de Gembloux I, **3**, 164—174. 1932.
9. Barthelet, J. Sur une pourriture des Poires due à un champignon Discomycète, *Phacidiella discolor* (Mout. et Sacc.). Pot. Ann. des Épiphyties, **19**, 357—368, 3 pl., 8 figs. 1933.
10. —. Sur une pourriture des fruits à pépins, *Phacidiella discolor* (Mout. et Sacc.) Pot. Bull. Soc. Nat. Hort. de France, sér. 6, p. 162—163. 1934.
11. Rostrup, E. *Pyrenochaeta furfuracea* (Fr.) Rostr. Plantepatologi, p. 571. 1902. Fig. 241 (? *Sphaeria furfuracea* Fries. Vet. Akad. Handl., p. 103. 1817; Mykol. Hefte 2, p. 49. 1823. — Syst. myc., **2**, 409. 1822).
12. Nannfeldt, J. A. Studien über die Morphologie und Systematik der nicht-lichenisierten inoperculaten Discomyceten. Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis, ser. 4, vol. **8**, 2, 212. 1932.
13. Clements, F. E. and Shear, C. L. The genera of fungi. New York. 1931.

(Aus der mikrobiologischen und chemischen Abteilung der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.)

Weitere Beiträge zur Frage der Widerstandsfähigkeit verschiedener Kartoffelsorten gegen Schwarzbeinigkeit und Knollennaßfäule, verursacht durch *Bacterium phytophthorum* Appel¹⁾.

Von

C. Stapp.

In der letzten Veröffentlichung über Resistenzunterschiede verschiedener Kartoffelsorten gegen Schwarzbeinigkeit und Knollennaßfäule war von mir (1) über die Ergebnisse von 30 Sortenprüfungen berichtet worden. Unter diesen 30 untersuchten Sorten befanden sich 13, die in der „Reichssortenliste“ des Reichsnährstandes von 1935 ohne Einschränkung Aufnahme gefunden hatten und somit zur Anerkennung und zum Handel als Saatgut zugelassen sind. Insgesamt umfaßt diese Reichssortenliste 38 uneingeschränkt zugelassene, 21 bedingt zugelassene Sorten, „für welche die Entscheidung über Zulassung oder Streichung erst nach Vorliegen weiterer Versuchsergebnisse erfolgt“ und ferner 7 „bis spätestens 1940 noch zugelassene, krebisanfällige Sorten“.

Es schien nun zunächst von Interesse, über die Resistenzverhältnisse der übrigen uneingeschränkt zugelassenen Sorten gegenüber Schwarzbeinigkeit Aufschluß zu erhalten, weshalb in den Jahren 1935 und 1936 entsprechende Feldversuche mit diesen 25 Sorten durchgeführt wurden.

Die Versuchsanstellung erfolgte in der gleichen Weise wie bei den früheren Prüfungen. Es wurden auch dieselben Stämme von *Bact. phytophthorum* verwandt wie damals. Die Hochzuchten der verschiedenen Kartoffelsorten wurden von den jeweiligen Züchtern liebenswürdigerweise über den Reichsnährstand zur Verfügung gestellt.

Da die Freilandversuche auf dem Gelände der Biologischen Reichsanstalt ausgeführt werden mußten, war es leider nicht möglich,

¹⁾ Da nach der neuesten internationalen Übereinkunft die Gattung *Bacillus* den Sporen bildnern vorbehalten ist, muß der Erreger der Schwarzbeinigkeit wieder der Gattung *Bacterium* zugeteilt werden.

für die jeweils 25 Sorten ein einheitliches Feldstück auszuwählen. Im Jahre 1935 hatten die Versuchsflächen als Vorfrucht teils Sommer-Weizen, teils Hafer getragen, die Düngung war auf beiden Stücken die gleiche: Im Herbst des Vorjahres 300 dz Stalldünger je ha und im zeitigen Frühjahr 3 dz Thomasmehl und 2 dz 40%iges Kali, kurz vor der Bestellung dann noch 2 dz schwefelsaures Ammon. Die Vorfrucht auf dem Feldstück von 1936 war teils Futterrübe, teils Bohne und teils Sommer-Gerste. An Düngung für die beiden ersteren Flächen wurde gegeben: 400 dz Stalldünger, 3 dz Thomasmehl und je 2 dz 40%iges Kali und schwefelsaures Ammon je ha; die letztere Fläche (mit Sommer-Gerste als Vorfrucht) hatte außer dieser Düngung aber noch eine Gründüngung erhalten.

Ausgelegt wurden die Knollen des Versuches von 1935 in der Zeit vom 27. April bis 10. Mai und künstlich infiziert jeweils einen Tag bevor sie in die Erde kamen, des Versuches von 1936 in der Zeit vom 30. April bis 7. Mai und infiziert ebenfalls jeweils einen Tag zuvor.

Die Ergebnisse der zweijährigen Prüfungen sind aus den Tabellen 1 und 2 zu ersehen (s. S. 144—149).

Infolge der reichlicheren Niederschlagsmengen während der Vegetationsperiode 1936 war in diesem Jahre das Auftreten der Schwarzbeinigkeit an den oberirdischen Trieben der Kartoffelpflanzen wesentlich stärker als 1935.

Beim Vergleich der Tabellen 1 und 2 fällt vor allem auf, daß sich nur bei einer einzigen Sorte eine hohe Resistenz gezeigt hat. Es ist dies die mittelspäte Sorte Sickingen. Schwarzbeinigkeit der Stauden wurde bei ihr nicht beobachtet. Auch die geernteten Knollen wiesen keinerlei Anzeichen einer Naßfäule auf. Nicht ohne weiteres erklärlich scheint die Ernteminderung der infizierten Reihen 1935. Im Jahre 1936 stand nämlich gerade Sickingen auf derjenigen Versuchsfläche, die außer Stallmist und Mineraldünger noch eine Gründüngung erhalten hatte. Falls die Ernteminderung 1935 auf die Infektion mit *Bact. phytophthorum* hätte zurückgeführt werden können, hätte sich die Infektion auf dem besonders stark gedüngten Felde 1936, stark vor allem hinsichtlich der Stickstoffgaben, noch deutlicher auswirken müssen. Das Gegenteil war aber der Fall: Die Durchschnittswerte der geimpften Reihen (14,36 und 14,39 kg) lagen sogar noch etwas höher als die der Kontrollreihen (13,44 kg).

Da die Sorte Sickingen aus einer Kreuzung von *Pepo* \times *Centifolia* hervorgegangen ist, würde es interessieren zu wissen, wie sich die Eltern gegen Schwarzbeinigkeit verhalten. Der eine Elter, *Pepo*, ist gleichzeitig mitgeprüft und hat im Jahre 1935 mit dem virulenteren Stamm 43 infiziert nur etwa 57% des Ertrages gebracht wie die Kontrolle. Sickingen hatte in den gleichen Infektionsreihen in demselben Jahr auch nur 65% des Erntegewichtes der Kontrollen, im Jahre 1936 waren die Erträge 82% für *Pepo* und mehr als 100% für Sickingen gegenüber den entsprechenden Kontrollen. Wenn auch im Jahre 1935 bei beiden Sorten die Erträge der geimpften Reihen niedriger lagen als 1936, so ist die Ursache bei beiden doch nicht dieselbe. Von *Pepo* betrug die Durchschnittszahl an Knollen der entsprechend geimpften Reihen, die einen Ertrag gebracht hatten, 13 im Jahre 1935 gegenüber 17 im Jahre 1936 und gegenüber 20 der jeweiligen Kontrollreihen. Sickingen hatte sowohl 1935 als auch 1936 in den entsprechenden geimpften Reihen 19 schwarzbeinigkeitsfreie Stauden hervorgebracht und es waren dennoch 1935 nur 65% der Kontrollenernte erreicht worden. Welche Gründe für dieses sonderbare Ergebnis mit der Sickingen im Jahre 1935 vorgelegen haben, ist nicht festzustellen gewesen.

Der andere Elter, *Centifolia*, ist, da die Sorte zu den krebsempfindlichen gehört, auch zu den früheren Untersuchungen von mir nicht herangezogen worden, so daß sich über ihr Verhalten gegen *Bact. phytophthorum* nichts aussagen läßt.

Als wenig anfällig ist vielleicht die Sorte „Frühe Hörnchen“ anzusprechen, doch brachte dieselbe auf dem Dahlemer Versuchsfeld auch in der Kontrolle nur sehr geringe Erträge und konnte, da sie für die Versuche des Jahres 1935 nicht mehr zu erhalten war, nur im Jahre 1936 geprüft werden.

Als stark anfällig (Ernteminderung mehr als 50%, aber weniger als 80%) sind zu nennen die Sorten Parnassia, Tannenzapfen, Stärkereiche I und Wekaragis. Die bedingt zugelassene Sorte Schlesien, die mir nur für die Vegetationsperiode 1935 zur Untersuchung zur Verfügung stand, dürfte wahrscheinlich auch hierher zu stellen sein.

Als sehr stark anfällig (Ernteminderung mehr als 80%, wenigstens in einem der beiden Prüfungsjahre) erwies sich leider fast die Hälfte der geprüften Sorten; es waren dies Kaiserkrone, Frühmölle, Böhm's Mittelfrühe, Edelragis, Konsuragis, Ostbote, Edda, Ovalgelbe, Treff As, Voran, Altgold und Rote Mäuse.

Tabelle 1.

Kartoffel- sorte	Züchter	Fleisch- farbe	Reife- zeit	Erntegewicht der Knollen je Reihe		
				Kontrollen nur an- gestochen	geimpft mit Stamm 14	geimpft mit Stamm 43
1935						
Kaiserkrone	Donath Ostmärkische Saatbaugen., Stieff	weiß	früh	8 100	6 760	1 210
Frühmölle	Asche	hellgelb	früh	8 260	7 120	660
Frühgold	Raddatz	gelb	früh bis mittelfrüh	13 660	11 220	6 420
Weltwunder	Ostmärkische Saatbaugen., Lange Flathe	weiß	mittelfrüh	13 000	10 830	6 980
Mittelfrühe	Böhm	hellgelb	mittelfrüh	9 960	9 760	580
Edelragis	Ragis G.m.b.H.	gelb	mittelfrüh	8 200	3 150	630
Tannenzapfen	Schmidt-Userin	gelb	mittelfrüh	8 530	8 220	3 460
Stärkereiche I	Saatzucht „Nordost“	weiß	mittelspät	14 210	16 100	6 860
Parnassia	v. Kameke	weiß	mittelspät	15 730	14 340	3 700
Pepo	v. Kameke	weiß	mittelspät	19 400	15 340	10 990
Roland I	Paulsen & Hölscher	weiß	mittelspät	11 530	10 560	5 980
Sandnudel	Knehdien	weiß	mittelspät	13 100	10 880	9 160
Siekingen	P. S. G.	weiß	mittelspät	14 400	10 660	9 360
Wekaragis	Ragis G.m.b.H.	weiß	mittelspät	6 460	3 880	2 920
Konsuragis	Ragis G.m.b.H.	hellgelb	mittelspät	11 400	6 880	880
Ostbote	Raddatz	hellgelb	mittelspät	8 760	4 060	66
Edda	Lembke	gelb	mittelspät	13 200	11 220	1 640
Goldwährung	v. Zitzewitz	gelb	mittelspät	16 300	11 920	8 380
Ovalgelbe	Böhm	gelb	mittelspät	10 860	7 780	631
Treff As	v. Zitzewitz	gelb	mittelspät	14 560	7 920	1 160
Voran	Raddatz	gelb	mittelspät	11 430	7 120	450
Schlesien	Ilsenberg	weiß	spät	16 530	12 600	6 700
Prisca	Alt-Rosenberg O.-S.	hellgelb	spät	15 200	11 920	9 360
Altgold	Raddatz	gelb	spät	13 000	10 000	260
Rote Mäuse	St. A. Soltan- Bergen, Brühl	gelb	spät	8 400	7 580	1 310

Feldversuch 1935.

Durchschnittszahl je Reihe (= 20 Knollen) aufgegangener, in der Folgezeit nicht abgestorbener Pflanzen			Schwarzbeinigkeits- während der Vegetationsperiode	
Kontrolle	geimpft mit Stamm 14	geimpft mit Stamm 43	Kontrollen	Impfreihen
20	15	4	—	—
20	19	6	—	—
20	20	9	—	1 × 1 Trieb.
20	20	9	—	3 × 1 Trieb, 1 × 2 Triebe.
20	19	2	—	—
20	13	3	—	—
20	19	9	—	1 × ganze Pflanze.
20	20	10	—	10 × 1 Trieb, 1 × 2 Triebe.
20	19	3	—	—
20	19	13	—	2 × 1 Trieb.
20	20	11	—	3 × 1 Trieb, 1 × 2 Triebe.
20	20	15	—	1 × 2 Triebe.
20	20	19	—	—
20	19	10	—	1 × 1 Trieb.
20	16	4	—	1 × 1 Trieb, 1 × ganze Pflanze.
20	11	1	—	—
20	18	2	—	1 × 2 Triebe.
20	17	8	—	1 × 1 Trieb.
20	16	2	—	2 × 1 Trieb.
20	13	2	—	1 × 1 Trieb.
20	17	2	—	1 × ganze Pflanze, 1 × 1 Trieb.
20	18	10	—	—
20	20	16	—	4 × 1 Trieb, 3 × 2 Triebe.
20	15	0,6	—	—
20	16	3	—	—

Tabelle 2.

Kartoffel- sorte	Züchter	Fleisch- farbe	Reife- zeit	Erntegewicht der Knollen je Reihe		
				Kontrollen nur an- gestochen	geimpft mit Stamm 14	geimpft mit Stamm 43
1936						
Kaiserkrone	Donath Ostmärkische Saatbaugen., Stieff	weiß	früh	11 080	8 246	5 192
Frühe Hörnchen	Müller	hellgelb	früh	4 087	5 154	3 716
Frühmölle	Asche	hellgelb	früh	13 723	13 110	5 146
Frühgold	Raddatz	gelb	früh bis mittelfrüh	15 613	12 480	8 838
Weltwunder	Ostmärkische Saatbaugen., Lange Flathe	weiß	mittelfrüh	15 243	13 232	10 450
Mittelfrühe	Böhm	hellgelb	mittelfrüh	11 927	10 726	28
Edelragis	Ragis G. m. b. H.	gelb	mittelfrüh	14 040	2 412	426
Tannenzapfen	Schmidt- Userin	gelb	mittelspät	9 437	6 654	3 888
Stärkereiche I	Saatzucht „Nordost“	weiß	mittelspät	15 703	14 522	6 442
Parnassia	v. Kameke	weiß	mittelspät	16 697	12 365	9 962
Pepo	v. Kameke	weiß	mittelspät	17 050	15 298	14 052
Roland I	Paulsen & Hölscher	weiß	mittelspät	13 703	11 596	7 994
Sandnudel	Knehden	weiß	mittelspät	12 707	9 428	6 118
Sickingen	P. S. G.	weiß	mittelspät	13 443	14 358	14 390
Wekaragis	Ragis G. m. b. H.	weiß	mittelspät	20 867	12 858	6 434
Konsuragis	Ragis G. m. b. H.	hellgelb	mittelspät	9 810	7 502	2 132
Ostbote	Raddatz	hellgelb	mittelspät	11 297	10 052	1 082
Edda	Lembke	gelb	mittelspät	9 383	9 062	2 306
Goldwährung	v. Zitzewitz	gelb	mittelspät	15 030	11 500	6 015

Feldversuch 1936.

Durchschnittszahl je Reihe (= 20 Knollen) aufgegangener, in der Folgezeit nicht abgestorbener Pflanzen			Schwarzbeinigkeits- während der Vegetationsperiode	
Kon- trolle	geimpft mit Stamm 14	geimpft mit Stamm 43	Kontrollen	Impfreihen
20	18	10	—	1 × 1 Trieb.
20	20	18	—	—
20	19	8	—	2 × 1 Trieb, 2 × ganze Pflanze.
20	19	12	—	9 × 1 Trieb, 5 × 2 Triebe. 2 × 3 Triebe, 2 × 4 " 1 × 7 " 1 × 8 " , 4 × gz. Pfl.
20	20	17	—	2 × 2 Triebe, 2 × 4 Triebe. 2 × ganze Pflanze.
20	16	0,2	—	1 × 4 Triebe.
19	3	5	—	—
20	19	12	—	1 × 1 Trieb, 1 × 2 Triebe. 2 × ganze Pflanze.
20	20	10	—	6 × 1 Trieb, 4 × 2 Triebe. 1 × 6 Triebe.
20	16	9	—	1 × 2 Triebe.
20	20	17	—	—
20	20	17	—	8 × 1 Trieb, 3 × 2 Triebe. 1 × 3 Triebe, 2 × 4 " 1 × 6 "
18	18	13	—	4 × 1 Trieb, 3 × 2 Triebe. 1 × 3 Triebe, 1 × 4 " 2 × ganze Pflanze.
20	20	19	—	—
20	19	10	—	6 × 1 Trieb, 2 × ganze Pflanze.
20	16	4	—	2 × 1 Trieb, 1 × 2 Triebe. 1 × 3 Triebe.
20	13	1	—	1 × 2 Triebe.
20	18	4	—	1 × 1 Trieb, 2 × 3 Triebe. 1 × 6 Triebe, 1 × 9 " 1 × ganze Pflanze.
19	13	8	—	—

Kartoffel- sorte	Züchter	Fleisch- farbe	Reife- zeit	Erntegewicht der Knollen je Reihe		
				Kontrollen nur an- gestochen	geimpft mit Stamm 14	geimpft mit Stamm 43
Ovalgelbe	Böhm	gelb	mittelspät	15 913	12 208	1 950
Treff As	v. Zitzewitz	gelb	mittelspät	12 487	7 344	440
Voran	Raddatz	gelb	mittelspät	13 963	13 172	3 644
Prisca	Alt-Rosen- berg O.-S.	hellgelb	spät	16 390	14 710	11 648
Altgold	Raddatz	gelb	spät	11 027	8 540	1 826
Rote Mäuse	St. A. Soltau- Bergen, Brühl	gelb	spät	9 543	3 564	460

In Übereinstimmung mit dem Ergebnis der früheren Untersuchungen zeigte sich im vorliegenden Falle unter den „sehr stark anfälligen“ Kartoffelsorten ein — allerdings geringes — Vorherrschen solcher mit Frühreife. Es gehören zwar von den 12 hier in Frage kommenden Sorten nur 4 zu den frühreifen und 8 zu den spätreifen; berücksichtigt muß aber werden, daß das Verhältnis frühreif : spätreif bei den 25 Sorten vom Jahre 1935 wie 7 : 18 und 1936 wie 8 : 17 war. Das könnte vielleicht für Beziehungen der Anfälligkeit zur Reifezeit der Sorten sprechen, es darf andererseits jedoch auch nicht übersehen werden, daß unter den 5 „stark anfälligen“ Sorten sich nur eine mit Frühreife, dagegen 4 mit Spätreife befanden.

Werden Gelb- und Weißfleischigkeit hinsichtlich der Resistenz der Knollen einander gegenübergestellt, so wäre auch hier zunächst zu beachten, daß unter den 25 Sorten 1935 nur 10 und 1936 sogar nur 9 weißfleischig waren. Das Verhältnis unter den 12 sehr anfälligen Sorten weiß : gelb ist aber gleich 1 : 11. Da auch bei den früher durchgeführten Prüfungen der 30 verschiedenen Sorten unter den 8 sehr stark anfälligen 7 gelb- und nur eine weißfleischig waren, dürfte es in diesem Falle durchaus gerechtfertigt sein, Beziehungen zwischen Gelbfleischigkeit und Anfälligkeit anzunehmen,

von Tabelle 2.

Durchschnittszahl je Reihe (= 20 Knollen) aufgegangener, in der Folgezeit nicht abgestorbener Pflanzen			Schwarzbeinigkeit während der Vegetationsperiode	
Kon- trolle	geimpft mit Stamm 14	geimpft mit Stamm 43	Kontrollen	Impffreien
20	15	2	—	—
20	14	0,8	—	2 × 1 Trieb, 4 × ganze Pflanze.
19	17	7	1 × 1 Trieb	5 × 1 Trieb, 2 × 2 Triebe. 1 × 3 Triebe, 1 × 4 „ 8 × ganze Pflanze.
20	19	12	—	5 × 1 Trieb, 4 × 2 Triebe. 1 × 3 Triebe, 1 × 4 „ 7 × ganze Pflanze.
20	16	5	—	2 × 1 Trieb.
20	9	0,8	—	—

selbst wenn berücksichtigt wird, daß unter den „stark anfälligen“ Sorten in den früheren Versuchen 66 %, in den vorliegenden sogar 80 % weißfleischige waren und auch die Sorte Flava, die sich durch hohe Resistenz ausgezeichnet hat, gelbfleischig ist.

Was hinsichtlich der Schalendicke und ihrer Relation zur Resistenz in der früheren Mitteilung gesagt ist, gilt auch hier.

Die Wundgewebsbildung ist in ihrer Schnelligkeit bei der gleichen Sorte von so zahlreichen äußeren Faktoren abhängig, daß sie, wie ebenfalls schon früher dargelegt wurde, nicht in Beziehung zur Resistenz bzw. Anfälligkeit gebracht werden kann.

Bezüglich des Stärkegehaltes und der Resistenz lassen sich gleichfalls keine sicheren Relationen ableiten, wie die Tabelle 3 zeigt, die auch weiterhin erkennen läßt, daß Schorfanfälligkeit (siehe Snell und Geyer [2]) nicht mit der Schwarzbeinigkeitsanfälligkeit parallel geht.

Inwieweit die *Phytophthora*-Anfälligkeit mit der Schwarzbeinigkeitsanfälligkeit übereinstimmt, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, da in den bisherigen Veröffentlichungen über *Phytophthora*-Resistenz (O. Vowinckel [3], K. O. Müller [4]) zwar eine große Reihe von Sorten aufgezählt ist, die geprüft wurden, darunter befinden sich aber nur wenige der hier interessierenden Sorten.

Kaiserkrone und Parnassia, die beide anfällig gegenüber *Bact. phytophthorum* sind, sind auch anfällig gegenüber *Phytophthora infestans*. *Phytophthora*-anfällig ist ferner aber die „Alte Daber“, die sich bei eigenen früheren Versuchen gegen Schwarzbeinigkeit gerade als sehr resistent erwiesen hat.

Tabelle 3. Sehr stark schwarzbeinigkeitsanfällige Kartoffelsorten in ihrer Beziehung zum Stärkegehalt und zur Schorfanfälligkeit.

Sorte	Stärkegehalt	Schorfanfälligkeit
Altgold	gut mittel	weniger widerstandsfähig
Edda	knapp mittel	anfällig
Edelragis	niedrig	„
Frühmölle	„	„
Kaiserkrone	knapp mittel	„
Konsuragis	gut mittel	„
Mittelfrühe	„	„
Ostbote	hoch	„
Ovalgelbe	mittel	ziemlich widerstandsfähig
Rote Mäuse	—	—
Treff As	mittel	ziemlich widerstandsfähig
Voran	gut mittel	anfällig

Werden die Ergebnisse Fehmis (5), der die Resistenzunterscheidung auf Grund der Zersetzungsgeschwindigkeit des Knollenfleisches der verschiedenen Sorten vornimmt, mit den von mir im Feldversuch erzielten Befunden verglichen, so ergibt sich z. B., daß nach Fehmi Tannenzapfen und Parnassia „mittelanfällig“ sind, während nach der Freilandmethode die Sorte Tannenzapfen stark, Parnassia sogar sehr stark anfällig ist. Es sind also anscheinend keine sicheren Schlüsse aus der Geschwindigkeit, mit der der bakterielle Erreger die Mittellamellen des Parenchymgewebes der Knollen auflöst auf die Resistenzverhältnisse der Sorten möglich.

Alle die bisher herangezogenen Faktoren stehen demnach mit der Resistenz bzw. Anfälligkeit der Kartoffelsorten gegenüber dem Erreger der Schwarzbeinigkeit in keiner direkten Beziehung bis auf die Fleischfarbe, die deutliche Beziehungen zur Anfälligkeit erkennen ließ.

Eine Beobachtung sei aber hier noch erwähnt, weil sie mir für die Bakteriologie von besonderer Bedeutung zu sein scheint. Seit 1928 werden für die Infektionsversuche alljährlich dieselben

zwei Bakterienstämme, und zwar *Bact. phytophthorum* Stamm 14 und Stamm 43 benutzt. Beide sind von mir 1924 isoliert worden, Stamm 14 aus einer schwarzbeinigen Kartoffelstaude aus Pommern und Stamm 43 aus einer naßfaulen Knolle aus Niederbayern (6). Seit dieser Zeit werden dieselben auf Kartoffel-Agar fortgezüchtet. Während im Jahre 1928 der Stamm 14 bei allen geprüften Sorten eine deutlich stärkere Virulenz gezeigt hatte als Stamm 43, war im Jahre 1929 nur in einem einzigen Falle die Virulenz von Stamm 14 der von Stamm 43 unterlegen, im Jahre 1930 waren es schon drei Fälle, 1931 vier, 1932 fünf, 1933 sieben und 1934 zeigte sich bei allen 8 geprüften Sorten eine deutliche Unterlegenheit des Stammes 14 hinsichtlich der Pathogenität unter den Stamm 43. 1935 trat die Überlegenheit in der Virulenz des Stammes 43 noch stärker zutage, und zwar an allen 25 geprüften Sorten. Ähnlich wie 1935 lagen die Verhältnisse auch 1936. Dabei schien es als ob der Stamm 43 in umgekehrter Richtung wie Stamm 14 allmählich eine Virulenzzunahme erfahren hätte.

Daß ein Bakterienstamm bei Fortzucht auf künstlichem Substrat im Laufe der Jahre an Virulenz nachlassen, sie sogar ganz einbüßen kann, ist eine Beobachtung, die in der Bakteriologie häufig gemacht wird. Daß umgekehrt aber Stämme durch längere Weiterzucht auf künstlichen Nährmedien allmählich ihre Virulenz zu erhöhen vermögen, wie ich dies bei Stamm 43 glaube feststellen zu können, ist ein Fall, der, wenigstens in der Phytopathologie, bisher unbekannt war.

Zwecks eindeutiger Klärung dieser Frage sollen die Versuche in der Richtung fortgesetzt werden, daß die Virulenz dieser beiden Stämme fortlaufend an immer der gleichen Kartoffelsorte im Freiland geprüft wird. Es wird dabei auch darauf zu achten sein, ob Stamm 43 die jetzt erreichte Virulenz noch zu steigern vermag, sie behält oder auch langsam verliert und ob die Pathogenitätsabnahme bei Stamm 14 fortschreitet, oder vielleicht nach Erreichung eines bestimmten Tiefpunktes wieder in eine Pathogenitätserhöhung umschlägt.

Zusammenfassung.

Von den 38 in der Reichssortenliste 1935 aufgenommenen uneingeschränkt „zur Anerkennung und damit zum Handel zugelassenen“ Kartoffelsorten, wurden 25 auf ihr Verhalten gegenüber *Bact. phytophthorum* in Feldversuchen geprüft. (Die übrigen 13 waren schon früher untersucht worden.)

Als sehr widerstandsfähig erwies sich nur die Sorte Sickingen, als wenig anfällig dürfte wahrscheinlich die Sorte „Frühe Hörnchen“ anzusprechen sein. (Sie ist nur in einer Vegetationsperiode geprüft.)

Stark anfällig waren 5, sehr stark anfällig aber 12 Sorten.

Sichere Beziehungen zwischen Reifezeit, Schalendicke, Wundperidermbildungsvermögen oder Zersetzungsgeschwindigkeit des Parenchymgewebes der Knollen und Anfälligkeit gegenüber *Bact. phytophthorum* ließen sich auch diesmal nicht feststellen. Dagegen dürfte die Gelbfleischigkeit deutliche Beziehungen zur Anfälligkeit ergeben haben, denn während sich bei den früheren Untersuchungen unter den 8 sehr stark anfälligen Sorten 7 gelbfleischige befanden, war das Verhältnis bei den vorliegenden Versuchsergebnissen noch ungünstiger. Von 12 Sorten gehörten 11 zu den gelbfleischigen.

Von den zu den Knolleninfektionen seit 1928 herangezogenen Stämmen 14 und 43 des *Bact. phytophthorum* büßte der eine Stamm alljährlich mehr und mehr von seiner Virulenz ein, während der andere anscheinend trotz der langjährigen Züchtung auf künstlichem Substrat eine Steigerung seiner Pathogenität erfuhr.

Schrifttum.

1. Stapp, C. Beitrag zur Frage der Widerstandsfähigkeit verschiedener Kartoffelsorten gegen Schwarzbeinigkeit und Knollennaßfäule, verursacht durch *Bacillus phytophthorus* App. — *Angew. Botanik* **17**, 1935, 97—117.
2. Snell, K. und Geyer, H. Die Kartoffelsorten der Reichssortenliste, ihre Erkennung, Unterscheidung und wirtschaftliche Bewertung. — 2. Aufl. Verlag P. Parey, Berlin 1936.
3. Vowinkel, O. Die Anfälligkeit deutscher Kartoffelsorten gegenüber *Phytophthora infestans* (Mont.) De By., unter besonderer Berücksichtigung der Unterscheidungsmethoden. — *Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw.* **14**, 1926, 588—641.
4. Müller, K. O. Über die Entwicklung von *Phytophthora infestans* auf anfälligen und widerstandsfähigen Kartoffelsorten. Untersuchungen über die Kartoffelkrautfäule und die Biologie ihres Erregers. II. — *Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw.* **18**, 1930/31, 465—505.
5. Fehmi, S. Untersuchungen über den Einfluß der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Kartoffelknolle für Lagerparasiten und die Änderungen des enzymatischen Stoffwechselverlaufes während der Lagerung. — *Phytopath. Zeitschr.* **6**, 1933, 543—588.
6. Stapp, C. Die Schwarzbeinigkeit und Knollennaßfäule der Kartoffel. — *Arb. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw.* **16**, 1929 643—703.

Über Fritfliegen- und Drahtwurmschäden beim Mais.

Von

Otto Schlumberger.

(Mit 4 Abbildungen.)

Das Vorkommen von Fritfliegenschäden am Mais ist im Schrifttum bekannt und auch bei meinen Umfragen an sachverständiger Stelle konnte ich feststellen, daß Schäden in den Maisbaugebieten Badens schon früher beobachtet worden sind. Es fehlen aber, soweit mir bekannt, sowohl eingehendere Beschreibungen des Schadbildes als auch Abbildungen davon. Diese sind ^{um} so wichtiger, als die äußere Erscheinung der befallenen Pflanzen wesentlich von dem beim Getreide bekannten (aber auch hier nicht immer einheitlichen und eindeutigen!) erheblich abweicht. Eine genaue Beschreibung des Schadbildes nach botanischen Gesichtspunkten ist aber gerade im Hinblick auf die ersten Feststellungen, die Verteilung und Ausdehnung im Bestand, von großer Bedeutung. Eine Besichtigung von verhagelten Körnermaisbeständen in Schlesien gab mir willkommene Gelegenheit, das durch Fritfliegen und Drahtwürmer verursachte Schadbild eingehend zu untersuchen.

Ausgedehnte Maisbaugebiete, vorwiegend in den Kreisen Nams-lau und Ohlau, waren am 23. Mai 1936 von einem gebietsweise verschieden starken Hagelschlag betroffen worden. Die jungen Maispflanzen hatten zu diesem Zeitpunkt eine durchschnittliche Höhe von 15—20 cm erreicht. Die krankhaften Wucherscheinungen der jungen Maispflanzen waren zwar zu einem Teil unzweifelhaft auf die Beschädigung der Pflanzen durch Hagel zurückzuführen, aber die Stärke des Hagelschadens an benachbarten Beständen von Getreide, Raps, Flachs und anderen Kultur- und Wildpflanzen, ließ für jeden Kenner den sicheren Schluß zu, daß die Beschädigungen am Mais nur zu einem geringen Teil auf Hagel zurückgeführt werden konnten. Das äußere Schadbild war zwar dem durch Hagelbeschädigung im Grasstadium außerordentlich ähnlich, das Fehlen von Anschlägen ließ für den Hagelschätzer jedoch den sicheren Schluß zu, daß hier Hagel als Ursache nicht in Frage kommen konnte. Abb. 1 zeigt in verkleinerter Form eine solche erkrankte Maispflanze, wie sie bei unserer Besichtigung am

18. Juni vorgefunden wurde. Die älteren Blätter zeigen, soweit sie nicht bereits abgestorben sind, eine mehr oder weniger wellige, unregelmäßige Oberfläche, ein Zeichen dafür, daß der Rhythmus des Wachstums nicht gleichmäßig ist und durch irgendwelche Ursachen, die erfahrungsgemäß meist mechanischer Natur sind, gestört



Abb. 1. Von der Fritfliege befallene Maispflanzen.
Etwa $\frac{1}{3}$ natürlicher Größe.

worden ist. Die noch nicht entfalteten Blätter sind vielfach in der Blattscheide des nächst älteren Blattes eingeklemmt, so daß die in Abb. 1 deutlich erkennbaren Krümmungen zustande kommen. Derartige Erscheinungen, die bei Hagelschäden im Grasstadium von Getreide alltäglich sind, hängen mit einer Verletzung der umhüllenden Blätter an der Basis innerhalb der noch in Zellteilung befindlichen Wachstumszone zusammen. Die jüngeren nicht beschädigten Blätter und Ähren bzw. Rispen setzen ihr normales

Streckungswachstum weiter fort, während die an der Blattbasis verletzten umhüllenden Blätter im Längenwachstum gehemmt sind. Die jüngeren in verschiedener Stärke deformierten Blätter weisen häufig kleinere oder größere Löcher von wechselnder Form auf. Hierdurch wird die Vermutung auf das Vorliegen eines Hagelschadens noch verstärkt.

Ein medianer Längsschnitt durch die beschädigten jungen Maispflanzen (Abb. 2) zeigt deutlich Art und Ursache der Wachstumsveränderungen und Wachstumshemmungen. Die jungen Blattanlagen sind in verschieden starkem Maße zerfressen. Die Larven der Fritfliege waren in den meisten Fällen leicht festzustellen. Eine Verletzung des Vegetationspunktes war in den meisten Fällen nicht erfolgt, so daß eine über das normale Maß hinausgehende Bestockung, wie sie z. B. bei Fritfliegenschäden an Hafer und anderen Getreidearten die Regel ist, nicht stattfand. Jedoch ist es nicht ausgeschlossen, daß auch beim Mais derartige Beschädigungsarten vorkommen je nach dem Entwicklungszustand der Pflanzen zum Zeitpunkt des Befalls. Auch das Zustandekommen der oben erwähnten Löcher in den Blättern ist auf den Fraß im Jugendstadium der Blätter zurückzuführen. Über die Entstehung der

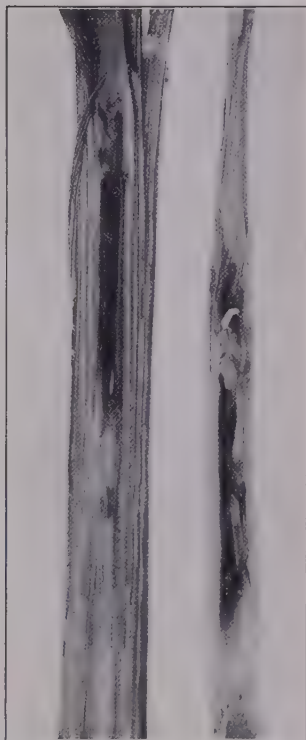


Abb. 2. Längsschnitt durch eine junge Maispflanze mit den Fraßbeschädigungen durch Fritfliegenlarven.

krankhaften Veränderung der Blätter gibt die Abb. 3 Aufschluß, in der die einzelnen Blätter bis zum Vegetationspunkt dargestellt sind. Ein Überwandern der Larven auf Seitentriebe wurde von mir nicht beobachtet. Die beim Mais entsprechend der wesentlich größeren Grünmasse zur Verfügung stehende Nahrung an der ursprünglichen Befallstelle dürfte für die Larven bis zur Verpuppung ausreichen. Reicht der Fraß der Larven bis zum Blattgrund, dann werden die

in den Blattachseln der unteren Blätter des Haupttriebes angelegten Seitenknospen, aus denen die weiblichen Blüten hervorgehen, verletzt oder gänzlich vernichtet. Die Folge davon ist entweder eine Verminderung der Kolbenzahl, oder eine mangelhafte Ausbildung und Verkümmern der Kolben. Auch Vergrünungen der Kolbenanlage kommen in solchen Fällen nicht selten vor. Mitunter wird der Austritt der Griffel aus den „Lieschen“ gehemmt und die



Abb. 3. Beschädigung der jungen Maisblätter in der Knospenlage durch den Fraß von Fritfliegenlarven.

Befruchtung dadurch verhindert. Bei der im Gegensatz zu den anderen Sommergetreidesaaten wesentlich späteren Aussaat des Mais ist die Gefahr eines Befalls durch Fritfliege unter Umständen größer als bei jenen. Die Tatsache, daß in Schlesien die Schäden ziemlich — wenn auch auf beschränktem Areal — verbreitet waren, deutet darauf hin, daß bestimmte örtliche Verhältnisse ausschlaggebend gewesen sein müssen. Befallsstärke und Umfang des Schadens war auf den besichtigten Schlägen verschieden. Auf Grund der vorgenommenen Schätzungen dürfte auf manchem Schläge durch den Fritfliegenbefall allein 25 % und mehr Ernteaufschlag eingetreten sein.

Auf anderen Feldstücken, ebenfalls in den erwähnten Gebieten Schlesiens, zeigten sich ähnliche krankhafte Wucherserscheinungen

beim Mais, ohne daß Fritfliegenbefall festgestellt werden konnte. Auch hier trat unregelmäßiges Wachstum der Blattspreiten, wellige Veränderungen und Einklemmen der jungen Blätter auf. Die äußeren Blätter waren abgestorben und vertrocknet. Als Ursache der Schädigung wurde Drahtwurmfraß festgestellt. Die Beschädigung der äußeren Blätter am Grund hatte ebenfalls, soweit sie nicht vollständig abgefressen waren, ein unregelmäßiges Wachstum zur Folge. Häufig traten diese Schäden an Pflanzen mit langen Halmhebern auf. Ein Zeichen dafür, daß das Saatkorn zu tief lag. Nach Mitteilungen aus der Praxis sollen Drahtwurmschäden beim Mais bei zu tiefer Saat häufig auftreten. Ähnliche Schädigungen wie durch den Drahtwurmfraß sind von mir auch bei Erdräupenfraß beobachtet worden. Abb. 4 zeigt einen solchen Fraßgang im Längsschnitt. Nach Klemm¹⁾ kommt hierdurch auch der Lochfraß an den Blättern, wie er oben bei den Fritfliegen-schäden beschrieben wurde, zustande.

Der in den letzten Jahren sprunghaft sich ausdehnende Maisanbau in Deutschland wird vermutlich auch ein stärkeres Auftreten von Krankheiten und Schädlingen zur Folge haben. Ihre rechtzeitige Erkennung und die Aufklärung der maisbauenden Landwirtschaft wird hierbei von großer Wichtigkeit sein. In diesem Sinne sei auch die vorstehende kleine Mitteilung gewertet.

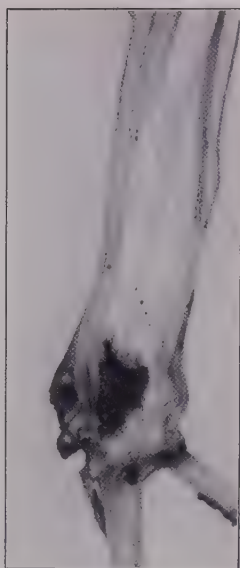


Abb. 4. Erdräupenfraß am Stengelgrund junger Maispflanzen im Längsschnitt.

¹⁾ Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst Jahrgang 1934, Seite 90.

Versuche über Pfropfung und Akronekrose bei Kartoffeln

Vorläufige Mitteilung.

Von

E. Köhler.

Quanjer und nach ihm verschiedene andere Autoren¹⁾ haben festgestellt, daß beim Pfropfen von virusfreien Kartoffelsprossen auf eine mosaikinfizierte Unterlage in bestimmten Fällen die Erscheinung der Akronekrose (oder Top Necrosis) zu beobachten ist, d. h. daß die Spitzenregion des Pfropfreises abstirbt. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß dieses Absterben dem Eindringen des Virus aus der „Unterlage“ in das „Reis“ zuzuschreiben ist.

Im folgenden wird auf eine Erscheinung aufmerksam gemacht, die meines Wissens noch nicht beschrieben worden ist, die aber auf das Wesen des Vorganges ein neues Licht werfen dürfte.

Man beobachtet nämlich die Akronekrose am Reis bei bestimmten Pfropfkombinationen überraschenderweise auch dann, wenn das Pfropfreis selbst der Virusträger ist und die Unterlage das Virus nicht enthält. Das zeigt der nachstehende Versuch mit den beiden Sorten Erstling (Duke of York) und Spätrot. Die erstgenannte Sorte ist bekanntlich in allen ihren Herkunftsn mit dem X-Mosaikvirus latent infiziert, die zweitgenannte ist eine Neuzüchtung, die dieses Virus nicht enthält. Pfropft man nun junge, in Erde angezogene, kräftige Keimtriebe von Spätrot auf ebensolche von Erstling, so kommt es zu einer akuten Schädigung des aufgepfropften Sprosses. In der Regel stirbt dieser unter Schwarzverfärbung von der Spitze her in kurzer Zeit ab und vertrocknet (Abb. 1). Nur in einzelnen Fällen kommt es auch zu einer schwachen Verwachsung und es bilden sich dann am Reis schwächliche Seitensprosse. Anders bei der reziproken Kreuzung Erstling auf Spätrot. Hier kommt es zunächst zur Verwachsung der Pfropfpartner, und auch die Sproßspitze fängt an zu wachsen, ohne daß sich Absterbeerscheinungen am Reis bemerkbar machen. Dabei bleibt es aber nicht, nach einiger Zeit stirbt die Sproßspitze allmählich ab. Es

¹⁾ u. a. Quanjer, H. M., *Phytopathology*, **21**, 577, 1931. — Salaman, R. N. u. Bawden, F. C., *Proc. Roy. Soc. London Ser. B*, **111**, 53, 1932. — Bawden, F. C., *Proc. Roy. Soc. London Ser. B*, **111**, 74, 1932. — Oortwijn Botjes, J. G., *Tijdschr. Plantenziekten* 1933, **39**, 1. — Bohme, R. W., *Arb. Biol. Reichsanst.* 1934, **21**, 1.

entwickeln sich dann aus den Achselknospen des Propfreises kräftige, gesunde Seitentriebe (Abb. 2). Das Absterben der Spitze des Propfreises bei der letzteren Kombination ist keineswegs etwa durch Wassermangel als Folge des Zusammenpfropfens verursacht. Wir können uns die eigenartige Erscheinung nur mit der Annahme erklären, daß durch das Einströmen des Virus aus dem Reis



Abb. 1. „Spätrot“ auf „Erstling“.

Schwere Akronekrose;
gepfropft: 12.2.37, phot.: 12.3.37.

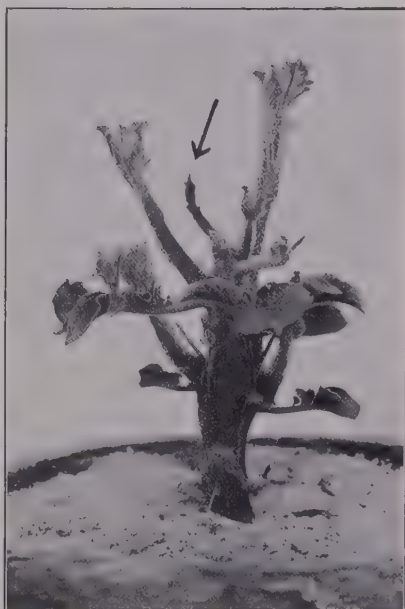


Abb. 2. „Erstling“ auf „Spätrot“.

Schwächere Akronekrose; gepfropft: 12.2.37,
phot.: 12.3.37.

in die Unterlage in dieser die Bildung einer toxisch wirkenden Substanz veranlaßt wird und daß diese Substanz später bei ihrem Vordringen in das Reis an diesem die Absterbeerscheinung hervorruft. Man müßte sich dann in Fortführung dieses Gedankens weiter vorstellen, daß auch die schwere Akronekrose, die im umgekehrten Fall (Spätrot auf Erstling) zu beobachten ist, in erster Linie der unter dem Einfluß des einströmenden Virus gebildeten toxisch wirkenden Substanz und erst in zweiter Linie oder überhaupt nicht dem Virus selbst zuzuschreiben ist.

Auch bei der Pfropfkombination der Sorten Wohltmann und Ackersegen wurde die Erscheinung beobachtet, allerdings mit einer gewissen Abweichung. Wie die meisten gesunden Herkünfte war auch unsere Versuchsprobe der Sorte Wohltmann mit dem X-Virus latent infiziert. Die Sorte Ackersegen hingegen ist weitgehend immun gegen dieses Virus und nur selten findet man Pflanzen, die es enthalten. Wurde nun Wohltmann auf Ackersegen gepfropft, so begannen die Pfropfpartner zunächst normal miteinander zu verwachsen und die Sproßspitze fing an sich zu strecken, ohne daß sich an ihr Absterbeerscheinungen zeigten. Je weiter aber die Verwachsung fortschritt, um so stärker machten sich diese bemerkbar. Bei einem Teil der Pfropfungen starb schließlich das ganze Reis von der Spitze her ab, bei einem anderen Teil erstreckte sich die Schädigung nur auf die Spitze, worauf sich Seitentriebe entwickelten. Auffällig war nun, daß, wenn Ackersegen auf Wohltmann gepfropft wurde, etwa dieselben Schädigungen auftraten. Dies läßt darauf schließen, daß Ackersegen gegen das Toxin resistenter ist als Wohltmann.

Nicht alle Sorten scheinen übrigens zur Bildung des Toxins in gleichem Maße befähigt zu sein. Wenigstens traten bei der Kombination „Erstling“ (virustragend) auf „Schlesien“ (virusfrei) und der reziproken Pfropfung „Schlesien“ auf „Erstling“ keine Nekrosen in Erscheinung. In beiden Fällen war auch die Verwachsung nicht merklich gestört. Demnach reagiert offenbar „Schlesien“ auf den Eintritt des Erstlingvirus (X) nicht mit der Bildung des Toxins, verhält sich also ganz anders als die oben genannte „Spätrot“.

Weitere Beobachtungen sprechen dafür, daß das Toxin im Körper der Pflanze wenigstens partiell eine Inaktivierung oder Zerstörung des Virus herbeiführt.

Perithechien von *Erysiphe cichoracearum* DC. em. Salm. an Freilandgurken (*Cucumis sativus* L.).

Von

K. Röder.

(Aus dem mykologischen Laboratorium der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.)

Mit 1 Abbildung.

Häufig werden Cucurbitaceen, vor allem Freilandgurken, vom Mehltau befallen, doch bilden sich nur selten Perithechien auf diesen Pflanzen. Als Erreger des Mehltaus kommen *Erysiphe cichoracearum* DC. em. Salm. und *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.) Salm. in Betracht. Die Parasiten wurden bisher meist auf Grund der Oidienfunde bestimmt. Eine Differenzierung auf dieser Grundlage ist jedoch sehr schwierig und auch nicht immer sicher durchzuführen. Erst beim Auftreten der Perithechien kann eine genaue Diagnose erfolgen. So konnten z. B. Deckenbach und Korenew (5) Perithechien von *Erysiphe cichoracearum* auf *Cucumis melo* und *Citrullus vulgaris* in der Krim feststellen. Reed (6) gelang es durch Infektionsversuche im Gewächshaus Perithechien von *Erysiphe cichoracearum* an Trieben von Gurken und Kürbis zu erhalten. Eine Beschreibung der Fruchtkörper oder Sporen fehlt jedoch. Salmon (7) fand Perithechien der gleichen Species auf *Cucurbita pepo*. Diese wenigen bisher vorliegenden Berichte über das Vorkommen von Mehлтаuperithechien auf Cucurbitaceen erfahren noch insofern eine Ergänzung, als es mir gelang, Perithechien der *Erysiphe cichoracearum* auf Gurken in der Natur festzustellen.

Im Sommer 1935 konnte in der Nähe Berlins auf Niederungsmoorboden die höhere Fruchtform der *Erysiphe cichoracearum* an Freilandgurken (*Cucumis sativus* L.) beobachtet werden. Dieses Jahr schien für die Perithechienbildung des Mehltaus besonders günstig zu sein, da auch bei anderen Mehлтаuartarten, die im allgemeinen selten Fruchtgehäuse bilden, diese häufiger gefunden wurden. Ende Juli-Anfang August begann sich der Mehltau auf dem bereits erwähnten, mit einer großen Anzahl von Sorten bepflanzten Feld auszubreiten. Anfang September wurden die ersten Fruchtkörper auf einigen besonders stark befallenen Pflanzen be-

merkt. Sowohl die Ober- und die Unterseite der Blätter, als auch die Blattstiele und Triebe der Gurken waren vom Mehltau überzogen. Die Perithechien bildeten sich auf den Blättern vor allem auf der Unterseite und zwar vorzugsweise in losen Gruppen zwischen größeren Blattadern. Aber auch auf Blattstielen und Trieben der Pflanzen fanden sich die Fruchtkörper bald in Gruppen, bald vereinzelt. Auf der Blattoberseite wurden nur selten Gehäuse des Mehltaus beobachtet.



Abb. 1. A. Perithecium. Vergr. etwa 175fach; B. Askus mit 2 Sporen; C. Askosporen; D. Oidien. Vergr. B, C und D etwa 500fach.

Die dunkelbraunen, nahezu kugeligen Perithechien sind im Durchmesser 110 (100—120 [80—140]) μ groß. Die mehr oder minder zahlreichen basalen Anhängsel sind schwach braun gefärbt oder hyalin, meist unverzweigt, verkrümmt und 1—2mal so lang wie der Durchmesser der Perithechien. Die gestielten, größtenteils breit eiförmigen, zu 4—6 Stück im Perithecium vorhandenen Schläuche messen 70×35 (55—85 \times 30—50) μ und enthalten 2, seltener 3 eiförmige, länglich eiförmige oder nahezu zylindrische Askosporen, deren Größe 27×16 (21—35 \times 14—18) μ beträgt. Die kettenförmig abgeschnürten Oidien sind zylindrisch bis tonnenförmig mit Ausmaßen von 33×16 (28—38 \times 14—19) μ .

Die Angaben über die Perithechien, Sporen usw. stimmen mit der Diagnose Salmons für *Erysiphe cichoracearum* DC. em. Salm. weitgehendst überein. Die hier vorgefundenen, von Salmon (7) aber nicht erwähnten Ausmaße der Oidien finden ihre Bestätigung in der Beschreibung dieser Spezies durch Blumer (1, 2), Bouwens (3, 4) u. a.

Die Perithechien der *Erysiphe cichoracearum* DC. em. Salm. sind nach den bisherigen Funden also an folgenden Cucurbitaceen aufgetreten: *Citrullus vulgaris* Schrad., *Cucumis melo* L., *Cucumis sativus* L. und *Cucurbita pepo* L.

Literaturnachweis.

1. Blumer, S., Die Formen der *Erysiphe cichoracearum* DC. Zentralbl. Bakt., **II**, 45. 1912.
2. —, Die Erysiphaceen Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. In: Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, **7**, Heft 1. 1933.
3. Bouwens, H., Untersuchungen über Erysiphaceen. Meded. Phyt. Lab. Will. Com. Scholten, **8**, 1. 1924.
4. —, Weitere Untersuchungen über Erysiphaceen. Ebenda, **10**, 3. 1927.
5. Deckenbach, C. N. und Korenew, M. S., Beiträge zur Kenntnis der Mehltaupilze der Cucurbitaceen und des Tabaks auf der Krim. Morbi plant., **16**, 155. 1927.
6. Reed, G. M., Infection experiments with the mildew on cucurbits, *Erysiphe cichoracearum* DC. Trans. Wisc. Acad. sci., **15**, pt. 2, 527. 1907.
7. Salmon, C. S., A monograph of the *Erysiphaceae*. Mem. Torrey Bot. Club, **9**, 133 ff. 1900.

Die Pasma-Krankheit des Leins in Europa [Erreger: *Septoria linicola* (Speg.) Garassini].

Von

Hans Rost.

(Aus dem mykologischen Laboratorium der Biologischen Reichsanstalt
in Berlin-Dahlem.)

Mit 3 Abbildungen.

Im Frühsommer 1936 richtete im Banat eine Leinkrankheit großen Schaden an. Die Krankheit wurde dort schon seit einigen Jahren beobachtet, jedoch nicht in dem Umfange wie 1936, so daß ihr zunächst keine größere Bedeutung beigemessen wurde. Zur Feststellung des Krankheitserregers wurde eine Probe kranken Leins der Biologischen Reichsanstalt übergeben. Der als Erreger bestimmte Pilz war bisher in Europa noch nicht gefunden worden, aber in der amerikanischen Literatur unter dem Namen *Phlyctaena linicola* Speg. als Ursache der Pasma-Krankheit des Leins bekannt. Da er in Amerika als Leinschädiger eine große Bedeutung erlangt hat, muß sein Auftreten in Europa mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgt werden.

Fundorte.

Die Pasma-Krankheit ist erstmalig im Jahre 1911 aus der Umgebung von La Plata in Argentinien von Spegazzini beschrieben worden, der den Pilz als *Phlyctaena linicola* bezeichnete. Wenige

Jahre später griff die Krankheit bereits nach Nordamerika über. 1916 beschrieb sie H. L. Bolley als eine Krankheit, die er nicht für eine typische Flachswelke hielt. Im folgenden Sommer konnte C. S. Reddy den Pilz isolieren, Infektionsversuche damit anstellen und das typische Krankheitsbild an den infizierten Pflanzen feststellen. 1920 wurde auf Grund einer Veröffentlichung von Girola und südamerikanischem Vergleichsmaterial die Identität der nordamerikanischen Leinkrankheit mit der südamerikanischen Pasmokrankheit bewiesen. Seither wurde die Krankheit in Nordamerika Jahr für Jahr auf immer größerem Areal beobachtet. Während sie zunächst nur Nord-Dakota heimgesucht hatte, war sie 1923 bereits bis nach Süd-Dakota, Minnesota und Michigan vorgedrungen. Da die Krankheit hauptsächlich auf argentinischen Leinherkünften auftrat, liegt hier die Vermutung nahe, daß sie mit der Leinsaat eingeschleppt wurde.

Im Jahre 1930 trat die Krankheit in Rußland gleich an zwei weit voneinander entfernten Stellen, aber an ein und derselben Leinsorte „Afrikanischer Flachs Nr.182“ auf, und zwar bei Nikolsk-Ussuriisk und im Institut für Pflanzenzüchtung in Wladiwostok. Die Saat stammte aus dem nördlichen Kaukasus, aber die ursprüngliche Saatherkunft scheint Argentinien gewesen zu sein. Das eigentümlich gleichzeitige Auftreten der Pasmokrankheit auf einer Leinsorte an verschiedenen Orten läßt auch hier als sicher erscheinen, daß der Pilz zusammen mit der Leinsaat verbreitet wurde. In Wladiwostok griff die Krankheit im ersten Jahre noch auf benachbarte Felder mit anderen Leinsorten über.

Und 1936 wurde dann die Verbreitung der Krankheit im Banat bekannt. Der Weg, auf dem sie hierher kam, ist jedoch dunkel. Nach Angabe einer interessierten Agrarprodukten-Vertriebsgesellschaft in Belgrad ist Leinsaat in das betreffende Leinbaugebiet nicht eingeführt worden. Es werden dort neben der seit alters her verwendeten Landsorte, dem jugoslawischen Winterflachs, keine fremden Leinsorten weiter angebaut. Da das Leinanbaugebiet im Banat von anderen Leinanbaugebieten entfernt liegt, glaubt die betr. Gesellschaft, daß eine Einschleppung der Krankheit durch Samenbezug nicht in Frage käme. Trotzdem muß der Verdacht ausgesprochen werden, daß die Krankheit durch verseuchte Saat vor mehreren Jahren ohne Wissen der Gesellschaft eingeschleppt worden ist.

Der Pilz.

Der Erreger der Pasm-Krankheit ist ein Pustelpilz. Er bildet unter der Epidermis der Blätter sowie der Stengel dunkel gefärbte Pusteln (Pykniden), die bis zur Bastfaserschicht hineinreichen und aus der aufgerissenen Epidermis nur mit der Spitze hervorbreachen (Abb. 1 B). Zur Zeit der Reife entquellen den Pykniden massenhaft weißliche bis inkarnat-rosige Sporen, die durch eine klebrige Masse als sog. Sporenranken zusammengehalten werden.

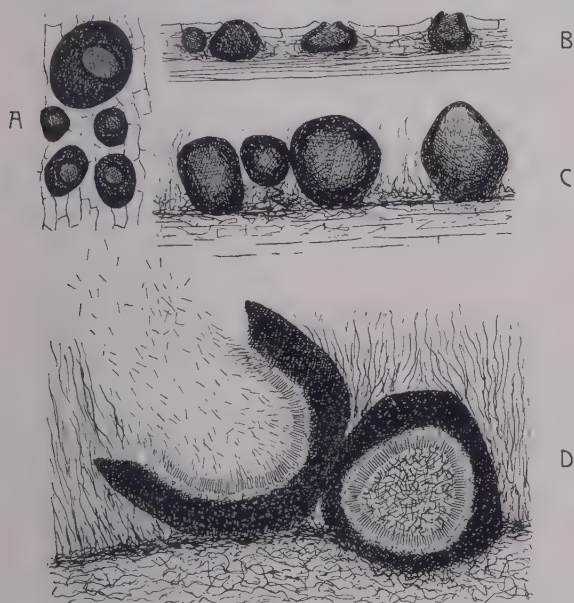


Abb. 1. *Septoria linicola*, Pykniden.

A. Auf Leinstengel, Aufsicht. B. Auf Leinstengel, radialer Längsschnitt.

C. Auf totem Lupininstengel. D. Auf Kartoffelsaftagar.

Vergr. 75.

Solche Sporenranken kann man auf künstliche Nährböden bringen und auf diese Weise leicht den Pilz in Reinkultur erhalten. Er wächst auf fast allen gebräuchlichen Nährböden gut, aber langsam. Darin liegt die Schwierigkeit der Isolierung aus krankem Pflanzenmaterial, auf dem der Pilz gerade nicht fruchtet; denn die weitaus meisten parasitischen und saprophytischen Pilze,

die sich am Lein vorfinden, wachsen schneller und überwuchern den Pasma-Erreger, wenn es nicht gelingt, durch gründliches Beizen alles äußerlich am Leinstengel anhaftende abzutöten.

Auf künstlichem Substrat ist das Luftmyzel im Anfang ganz hell, fast farblos, wie es am Rande der Pilzkolonie auch weiter bleibt. Nach einigen Tagen bekommt es eine hellgraue Farbe, die langsam dunkler wird, bis mausgrau oder olivgrün. Das Stroma ist im allgemeinen dunkelbraun bis schwarz. Jedoch kommen Abweichungen hiervon vor. Rodenhiser hat eine ganze Reihe von äußerlich verschieden aussehenden *Septoria linicola*-Herkünften rein gezüchtet und abgebildet. Es mag sich hierbei teilweise um Mutanten, teils aber auch wohl um einfache Degenerationserscheinungen handeln, die bei Parasiten, die auf künstlichem Nährboden gezogen werden, oft vorkommen. Ein Unterschied in der Pathogenität konnte bei diesen verschiedenen Formen nur insofern gefunden werden, als bei schnell fruchtenden Formen die Gefahr der sekundären Infektion im Sommer größer ist.

Die Pykniden sind schwarz. Sie haben auf dem natürlichen Substrat, dem Leinstengel, einen Durchmesser von $65\ \mu$ bis $128\ \mu$ und am Scheitel eine $22\ \mu$ bis $42\ \mu$ weite Öffnung (Ostium). Auch auf künstlichem Nährboden fruchtet der Pilz willig. Nach 5—10 Tagen zeigen sich bereits die Pykniden, die in dem samtartigen Myzel eingesenkt sind, so daß nur die Spitzen herausragen. Hier erreichen die Pykniden aber die mehrfache Größe, besonders auf Agar, wo Durchmesser von $400\ \mu$ bis $500\ \mu$ gemessen wurden (Abb. 1 C, D).

Die Pyknosporen quellen nach ihrer Reife in großer Masse hervor, jedoch wegen der größeren Feuchtigkeit der Agarnährböden nicht als Sporenranken, wie am Leinstengel, sondern als feuchte Klumpen, die die Pykniden völlig überdecken (Abb. 3). Die Farbe dieser Sporenmassen gibt Brentzel mit „auburn“ an, das etwa gelbbraun bedeutet. Bei den Reinkulturen des Pilzes aus dem Banat und auch bei Kulturen eines Vergleichspilzes aus Argentinien hatten die Sporenmassen jedoch keine ausgesprochen braune Tönung, sondern mehr eine inkarnat-rosige mit ockergelbem Einschlag. Im Anfang haben die ausquellenden Sporen überhaupt nur eine helle bis gelbliche Farbe, die dann erst nach einigen Tagen zu dem gekennzeichneten Farbton übergeht. Nach dem Code Universelle des Couleurs kommt der Farbton den beiden Farbfeldern Nr. 164 und 189 am nächsten. Bei eingetrockneten Kulturen

werden die Sporenmassen dunkler, und nun allerdings könnte man ihre Farbe mit rotbraun bezeichnen.

Die einzelnen Sporen sind hyalin, langgestreckt, zylindrisch, gerade oder unregelmäßig gekrümmt. Am oberen Ende sind sie abgerundet, am unteren leicht konisch und abgestutzt (Abb. 2). In der weitaus größten Mehrzahl sind sie 3-septiert. Nur bei ganz jungen Pykniden kommen gelegentlich 1-septierte vor. Die Maße sind: $21,7 \times 2,8 \mu$. Auf künstlichem Nährboden werden die Sporen jedoch etwas größer.

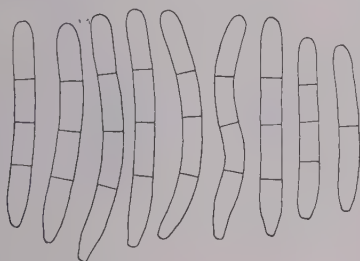


Abb. 2. *Septoria linicola*, Pykno-sporen.
Vergr. 1000.

Eine Stelle bei Brentzel läßt die Vermutung aufkommen, daß der Pilz außer den Pykno-sporen noch freie Konidien bildet. An der betreffenden Stelle heißt es: „The conidia from 3-day old culture on potato-dextrose agar averaged $2,7 \mu$ by $26,7 \mu$. These spores were very slightly narrower and somewhat longer than the pycnospores from flax plants.“ In Dahlem konnten jedoch an den Pilzkulturen ausschließlich Pykno-sporen beobachtet werden. 3 Tage alte Kulturen fruchteten noch nicht. Erst bei 5 Tage alten Kulturen waren Sporen zu finden. Das waren bereits die ersten Sporen der jungen noch nicht ausgereiften Pykniden. Es ist aber immerhin möglich, daß unter bestimmten Voraussetzungen der Pilz schon nach 3 Tagen Pykniden bildet. Wenn auf einer Agarplatte viele Sporen gleichmäßig verteilt sind und die einzelnen Pilzindividuen sich schon bald nach der Keimung gegenseitig behindern, dann bilden sie sehr schnell Pykniden. Es ist möglich, daß Brentzel solche Kulturen vor sich hatte und mit Konidien und Pykno-sporen dasselbe meinte.

Temperaturversuche zeigten, daß der Pilz auf Kartoffelsaft-agar bei einer Temperatur von 5°C bis 31°C wächst, und zwar

optimal bei etwa 20° C (Abb. 3). Das deckt sich im wesentlichen mit den Angaben Brentzels und Garassinis, der allerdings das Optimum mit 24° C angibt. Was die Azidität des Nährbodens betrifft, so ist der Pilz nach Garassini gar nicht wählerisch. Auf Glukoseagar bei 25° C kultiviert, zeigt er innerhalb der pH-Werte von 5,5 und 7,4 keine nennenswerten Unterschiede.

An dieser Stelle soll noch ein Wort über die systematische Einordnung des Pilzes gesagt werden. Wie oben angegeben, sah ihn Spegazzini für eine *Phlyctaena* an, offenbar, weil ihm die Septierung der Sporen, die oft schlecht zu sehen ist, nicht auffiel.

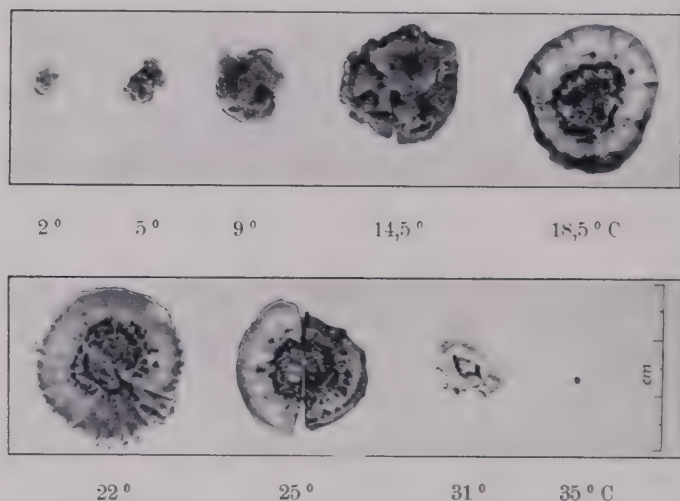


Abb. 3. *Septoria linicola*, Habitusbilder von Kulturen, die in verschiedenen Temperaturen gewachsen sind.

Mehrere Forscher haben aber seither darauf hingewiesen, daß der Pilz viel Ähnlichkeit mit der außerordentlich artenreichen Gattung *Septoria* hat. Hierher kann der Pilz unter dem Namen *Septoria linicola* auch getrost gestellt werden, und Garassini hat ihn auf einer Tagung der Agricultural Study Centre der Universität La Plata bereits im September 1935 mit dem neuen Namen bezeichnet. Die Merkmale für *Septoria* sind folgende: Pykniden mit rundem Loch, meist ohne Mündungspapille, Sporen 3 zellig, ausschließlich auf Blättern vorkommend. Im Gegensatz dazu *Phlyctaena*: Pykniden mit einem Riß sich öffnend, Sporen 1 zellig, oft spindelförmig

verlängert oder an einem Ende spazierstockartig eingekrümmt, meist auf Blättern vorkommend, sehr selten fleckenbildend. Wenn in der Kultur auf künstlichem Substrat die Pykniden oft auch weit aufreißen, so ist der Pilz morphologisch doch *Septoria* zuzurechnen. Nur kommt er nicht nur ausschließlich auf Blättern, sondern auf Blättern und Stengel vor. Aber dieser Umstand ist bei einer ganzen Reihe anderer *Septoria*-Arten auch kein Hindernis gewesen, sie dieser Gattung zuzurechnen. Es käme da noch die Einordnung in die kleine Gattung *Rhabdospora* in Frage: Pykniden mit Riß sich öffnend, Sporen mehrzellig, meist nicht auf Blättern, Pykniden nicht in Flecken stehend. Der Unterschied zwischen *Septoria* und *Rhabdospora* ist ebenso gleitend wie zwischen *Phoma* und *Phyllosticta*. Auch hier sprechen die morphologischen Merkmale, auf die bei der Systematik das Hauptgewicht gelegt werden muß, für eine Einordnung des Pilzes bei der Gattung *Septoria* Fries (1832).

Pathogenität.

Das hervorstechendste Merkmal der Pasma-Krankheit des Leins sind die braunen Flecken. Bereits die Kotyledonen können befallen sein. Beim Heranwachsen der Leinpflanzen zeigen sich bald auf den Blättern und, fortschreitend von unten nach oben, auch am Stengel, an Kelchblättern und Fruchtknoten kleine braune Flecken, die sich allmählich vergrößern. Am Stengel dehnen sie sich so aus, daß sie ihn auf eine Länge bis zu mehreren Zentimetern vollständig umfassen. Zwischen den braunen erkrankten Stellen bleiben die Stengel und Blätter grün und scheinbar gesund. Diese Scheckung des Stengels soll für die Krankheit sehr kennzeichnend sein, wenn sie auch nicht immer so ausgeprägt auftritt wie auf einer farbigen Abbildung von Brentzel. Manchmal sind die braunen Flecken nur recht undeutlich von den übrigen Teilen des Stengels zu unterscheiden. Die befallenen Blätter vergilben und fallen allmählich ab. Innerhalb der braunen Flecke bilden sich die Pykniden, die bald die erwähnten Sporenranken ausstoßen, welche dem Leinstengel bei oberflächlichem Hinsehen ein graues, behaartes Aussehen verleihen.

Auf den Feldern tritt die Krankheit zuerst fleckenweise auf. Die Krankheitsherde vergrößern sich jedoch rasch. Im Zentrum ist die Krankheit meist am weitesten fortgeschritten, die Leinpflanzen haben bereits die Blätter abgeworfen. Die Pykniden sind herangereift und geben große Mengen Sporen ab, die nun durch

Wind oder Tiere rasch verbreitet werden und sekundär das ganze Feld verseuchen können.

Mit *Septoria linicola* sind zahlreiche künstliche Infektionsversuche gemacht worden, insbesondere von Garassini. Wenn man über die jungen Leinpflanzen eine Sporenaufschwemmung versprüht, treten nach 8 oder 9 Tagen die ersten Krankheitsanzeichen auf. Bei den Versuchen, die in Nord- und Südamerika angestellt wurden, stellte sich heraus, daß die südamerikanischen, besonders die argentinischen Leinsorten, bedeutend anfälliger sind als die nordamerikanischen Sorten. Es konnten sogar einige nordamerikanische Sorten gefunden werden, die verhältnismäßig resistent sind, und zwar die Sorte Bolley 134, und etwas weniger resistent die Sorten Bolley 187 und Buda NDR 119.

In Dahlem wurde im Herbst 1936 ein Infektionsversuch mit der aus dem Banat stammenden *Septoria linicola* gemacht. Es wurde dazu die Erdinfektionsmethode verwendet. Die Leinsaat wurde in der sehr stark mit Pilzsporen angereicherten Erde zu 80—100^o vernichtet. Weitere Beobachtungen konnten an den Pflanzen nicht mehr gemacht werden, da es schon zu spät in der Jahreszeit war.

Die Übertragung der Krankheit kann auf verschiedene Weise geschehen. Es ist nachgewiesen, daß auf dem Feld zurückgebliebenes krankes Leinstroh, auch wenn es eingeeckert ist, bei neuer Leinbestellung im nächsten Jahre der Ausgangspunkt für einen neuen Krankheitsherd sein kann. Die zweite Möglichkeit besteht in der Übertragung durch die Leinsaat. Es ist oft bezweifelt worden, ob an den glatten Leinsamen überhaupt Pilzsporen haften können. Brentzel hat da eine etwas überraschende Feststellung gemacht. Er wusch 100 Leinsamen von einem stark befallenen Feld in einigen Kubikzentimeter destillierten Wasser und stellte dann die darin enthaltene Anzahl *Septoria*-Sporen fest. Es ergab sich, daß pro Samenkorn etwa 560 Sporen im Wasser aufgeschwemmt waren! Und ganz abgesehen von dieser großen Zahl anhaftender Sporen ist außerdem noch die Möglichkeit vorhanden, daß der Pilz auch innerhalb des Samens als eingewachsenes Myzel auf die kommende Pflanzengeneration übertragen werden kann. Schließlich besteht in Gebieten mit viel Leinbau noch die Gefahr, daß bei der riesigen Sporenproduktion der Pilz auch durch den Wind von Feld zu Feld übertragen werden kann.

Als Bekämpfungsmaßnahmen ergeben sich daraus:

1. Sorgfältiges Entfernen der kranken Leinpflanzen vom Feld.
2. Fruchtwechsel, der ja bei Lein schon wegen der Erscheinung der Leinmüdigkeit des Bodens geboten ist.
3. Verwendung von einwandfrei gesunder Saat.

Die Beizung von Leinsaat stößt vorläufig noch auf Schwierigkeiten. Wegen der Beschaffenheit der Samenschale kommt nur eine Trockenbeize in Frage. Die bisher gebräuchlichen Trockenbeizen haben aber bei der Bekämpfung der *Septoria linicola* versagt. Gegenwärtig werden deshalb Versuche unternommen, den Pilz durch erhöhte Temperatur abzutöten. Allerdings ist er verhältnismäßig widerstandsfähig gegen Wärme. Obgleich er auf Agar schon bei 32° C sein Wachstum einstellt und abstirbt, vertragen die Sporen in trockenem Zustand eine Temperatur von 70° C 5 Tage lang noch sehr gut. Ob der Pilz auf diese Weise zu bekämpfen ist, hängt davon ab, ob sich zwischen 70 und 80° C eine Temperatur finden läßt, die der Leinsame gerade noch verträgt, der Pilz aber nicht mehr.

Zusammenfassung.

1. An einigen aus Belgrad, Südslavien, zur Bestimmung der Krankheitsursache eingesandten Leinpflanzen wurde der Erreger der in Amerika verbreiteten „Pasm“-Krankheit festgestellt, die in Europa bisher noch nicht nachgewiesen war.

2. In Tastversuchen erwies sich der Pilz als starker Schädiger der jungen Leinsaat.

3. Der bisher als *Phlyctaena? linicola* Speg. bezeichnete Pilz ist fleckenbildend, hat echte, am Scheitel durchbohrte Pykniden und septierte, zylindrische Sporen. Er stellt also eine typische *Septoria* dar und ist als *Septoria linicola* (Speg.) Gar. zu bezeichnen.

Literatur.

- Brentzel, W. E. The Pasm-disease of Flax. Journ. of Agric. Res., Bd. XXXII, 1926.
- Garassini, L. A. El „pasm“ del lino *Phlyctaena? linicola* Speg. Revista de la Facultad de Agronomia, La Plata 1935.
- Natalyina, O. Preliminary report on a flax caused by *Phlyctaena? linicola* Speg. found in the Far East, during in the summer 1930. R. A. M. XI, 1932, S. 45.
- Rodenhiser, H. A. Physiologic specialization in *Phlyctaena? linicola* Speg. Phytopathology, XX, 1930, S. 144.
- , Physiologic specialization and mutation in *Phlyctaena? linicola* Speg. Phytopathology, XX, 1930, S. 931.
- Séguy, E., Code Universelle des Couleurs.

Über Fluor-Rauchschäden.

Fluoraufnahme durch die Rinde der Sprosse und ihre Wirkung.

Von

G. Bredemann und H. Radeloff.

Aus dem Institut für angewandte Botanik, Hamburg.

Nach Veröffentlichung unseres Verfahrens zum mikrochemischen Nachweis von Fluor-Rauchschäden (G. Bredemann und H. Radeloff 1932, 195—206) haben wir eine große Anzahl von Proben mikrochemisch untersucht. Dabei hat sich die Methode der Kristallfällung des Fluors als Kieselfluornatrium bestens bewährt. Bei fortlaufenden Untersuchungen von Proben eines Fluor-Rauchgebietes stellten wir fest, daß nicht nur die beschädigten Blätter Fluor enthielten, sondern auch die dazugehörigen Sprosse. Von insgesamt 137 untersuchten Zweigproben wurden in 116 Fällen durchweg recht erhebliche Mengen Fluor in den Sprossen gefunden, meistens mehr als in ihren Blättern. Als im folgenden Frühjahr Schäden an den jungen, eben ausgetriebenen Blättern auftraten, ohne daß z. Z. des Austreibens angeblich die Rauchquelle in Tätigkeit gewesen war, trat die für die Untersuchung und Schadenbeurteilung naturgemäß wichtige Frage auf: Können die bei früherer (winterlicher oder vorjähriger) Begasung in die Sprosse eingedrungenen Fluorverbindungen nachwirkend den Nachweis von Fluor-Rauchschäden an dem Frühjahrsaustrieb dadurch stören, daß die von den Sprossen aufgenommenen Fluorverbindungen beim Austreiben der Zweige in die Blätter und Blüten gelangen? Oder ist nachgewiesener Fluorgehalt in beschädigten Frühjahrsaustrieben Beweis eines neuen Raucheinflusses bei und nach dem Austreiben?

Die Entscheidung der Frage ist auch wichtig für eine Beurteilung der Folgen einer Begasung: Schädigen die während der Vegetationszeit aufgenommenen fluorhaltigen Gase die Pflanzen auch über die unmittelbare Beschädigung der Blätter und Blüten hinaus infolge ihres Eindringens in die Sprosse? Schädigt ferner auch eine winterliche Begasung? Letztere wird bekanntlich für ungefährlich angesehen, indem sogar empfohlen wird, die mit

schädlichen Abgasen verbundenen Fabrikationsprozesse in die Wintermonate zu verlegen.

Von anderen Gasen ist bereits berichtet, daß sie in die Sprosse einzudringen vermögen. Weber (1916, 73) beobachtete Schäden an der Rinde unterhalb der Lentizellen nach starkem Ammoniakgas-Einfluß und Neger (1919, 132) desgleichen in unmittelbarer Nähe von Rauchquellen und nach intensiver, künstlicher Begasung mit schwefliger Säure. Wir haben allerdings in wiederholt angestellten Untersuchungen an Material aus SO_2 -Rauchgebieten derartige Schäden nicht einwandfrei als Raucheinfluß erkennen können (weniger konzentrierte Einwirkung? vgl. Bredemann und Radeloff 1932, 183). Auch in den fluorberäucherten Sprossen, die nachweislich Fluor aufgenommen hatten, waren ausgesprochene Schäden, insbesondere an den Lentizellen, weder äußerlich noch anatomisch zu bemerken. In Parallele zu unseren unten beschriebenen Fluorversuchen hat hier Garber (1935, 309) unbelebte Sprosse in der Winterruhe mit Ammoniak begast. Garber konnte erhebliche Ammoniakaufnahme in der Rinde nachweisen, ebenso histologisch das Eindringen durch die Lentizellen, und zwar ebenfalls ohne merkliche Schädigung des Gewebes (übliche schwächere Konzentrationen als die hohen Frühlreißkonzentrationen Webers). In den Holzteil drang das Ammoniak nur nach sehr starker Begasung ein. Im Frühjahr fand, soweit nicht zu starke Ammoniakkonzentrationen getötet hatten, Austreiben statt. Die Blätter, die nach der Ammoniak-Begasung austrieben, zeigten im Laufe der Vegetation ein viel besseres Aussehen als bei den unberäucherten Pflanzen und hatten in allen Fällen einen erhöhten Stickstoffgehalt. Das durch die Rinde aufgenommene Ammoniak erwies sich somit in mäßiger Konzentration nicht nur als nicht schädlich, sondern schien sogar in irgendeiner Form im Stickstoffhaushalt der Blattbildung verwertet zu werden.

Bei unseren Versuchen über die Aufnahme von Fluorrauchgasen haben wir zunächst in einem Frühjahr fortlaufend etwa alle 14 Tage eingesandtes, aus einem Fluorrauchgebiet stammendes Material untersucht. Es bestand aus Zweigen von Apfel, Birne, Kirsche, Pflaume, Mandel, Reineclaude, Stachelbeere, Johannisbeere, Holunder, Jasmin, Kornelkirsche, Eberesche, Hasel, Rotbuche und Hainbuche. Die Analysen wurden so durchgeführt, daß zunächst die ganzen Zweige (bis ca. 6 mm starke Zweigenden) unter scharfem Wasserstrahl abgerieben wurden, um etwa äußerlich anhaftende

Fluorverbindungen zu entfernen. Dann wurde die Rinde abgeschält und das Holz vor der Prüfung nochmals für sich gewaschen. Zur Reaktion wurde die von uns beschriebene und bewährte mikrochemische Untersuchung durch Kristallfällung als Kieselfluornatrium verwandt (Bredemann und Radeloff 1932, 198). — Es ergab sich, daß das Fluor so gut wie ausschließlich in die Zweigrinde gelangte. In 80 Fällen ließen sich meistens erhebliche Fluormengen in der Zweigrinde nachweisen. In 75 dieser Fälle war im zugehörigen Holzteil kein Fluor zu finden. 5mal gab das Holz eine (stets äußerst schwache) Reaktion; diese 5 Proben stammten aus einer Entfernung von nur etwa 100 m von der Rauchquelle. Von einem Apfelbaum, der am Hang oberhalb der Rauchquelle stand, reagierten zu Anfang Juni auf Fluor: Blätter und Blattstiele +; von den jüngeren Zweigen die Rinde +, Holzteil —; von stärkerem Ast äußere Rinde +, innere Rinde —, Holzteil —; Stammborke +, Stammrinde +, Stammholz —; Wurzelrinde +, Wurzelholzteile —, Faserwurzeln +. Also auch hiernach haben alle äußeren Gewebeschichten einschließlich der der Begasung nicht direkt ausgesetzten Wurzeln Fluor aufgenommen, während der innere Kern frei bleibt von Fluor.

Um zunächst festzustellen, in welcher Form das in die Rinde eingedrungene Fluor in dieser gespeichert wird, ob es in wasserlöslicher Form erhalten oder zu unlöslichen Verbindungen festgelegt wird, wurden je 10 g frischer Rinde 16 Stunden lang mit 75 ccm. dest. Wasser kalt ausgezogen, über der Saugflasche filtriert, wiederholt nachgewaschen und das Filtrat nach Zusatz von 5 ccm 2proz. Natronlauge und ein wenig reinem Quarzsand (zwecks leichteren Loslösens) eingedampft. Der Filtrerrückstand wurde mit Kalkwasser durchfeuchtet und vorsichtig bei Rotglut verascht. Durchgehends konnte danach sowohl im wasserlöslichen Filtrat als auch im Filtrerrückstand Fluor nachgewiesen werden. Ein Teil des aufgenommenen Fluors wird somit offenbar in der Rinde zu wasserunlöslichen Verbindungen festgelegt, während ein Teil in wasserlöslicher Form erhalten bleibt. Theoretisch wäre es also durchaus denkbar, daß diese wasserlöslichen Fluorverbindungen beim Austrieb in die jungen Sprosse und von da ebenso wie bei den entsprechenden Ammoniakbegasungsversuchen Garbers in die Blätter gelangen und hier dann, abweichend von den als Nährstoff wirkenden Ammoniakverbindungen, eventuell Schäden verursachen könnten.

Die Blatt- und Blütenknospen trieben im Rauchgebiet an diesen fluorhaltigen Zweigen zunächst normal und ohne Schäden aus. Im Mai jedoch, als die Blättchen ganz entfaltet und die Blüten geöffnet waren, reagierten an den uns aus dem Rauchgebiet eingesandten Zweigen die neugebildeten Blätter ebenso wie die Blütenblätter positiv auf die Fluorprobe. Gleichzeitig traten an den Blättern die ersten Schäden auf: Braune bis schwarze, oft eingeschrumpfte, im Wachstum schon länger zurückgebliebene und dadurch eingekrümmte Spitzen und Ränder. Die Blütenblätter blieben trotz ihres Fluorgehaltes unbeschädigt.

Um nun zu entscheiden, ob der Fluorgehalt und die Schäden in den jungen Trieben darauf zurückzuführen sind, daß die während der vorjährigen bzw. winterlichen Begasungen von der Zweigrinde aufgenommenen Fluorverbindungen beim Frühjahrsaustrieb in die Blätter und Blüten gelangten, oder ob sie durch neue (angeblich nicht vorhandene und von hier aus nicht festzustellende) Begasungen nach dem Austrieb bewirkt waren, wurden hier zunächst in Vorversuchen im Winter Zweige von Eichen, Linden, Eschen, Kastanien und Kirschen mehrere Tage lang mit Flußsäuredämpfen begast. Die Flußsäure drang in die Rinde ein und konnte in erheblicher Menge in der Rinde nachgewiesen werden. Sowohl der wässerige Auszug, als auch der wasserunlösliche Rückstand enthielten Fluor. Nach dieser recht intensiven Begasung war in schwächerem Maße Fluor auch im Holzteil festzustellen. Die Verhältnisse entsprachen also ganz denen, wie sie in den schlimmeren Fällen im Rauchgebiet herrschen. Die Reaktion fiel einige Wochen nach der Begasung etwas schwächer aus als im Anfang, trat jedoch nach einem Vierteljahr noch deutlich in den frisch erhaltenen Zweigen ein. — In einer zweiten Versuchsreihe zu Anfang März wurden dann verschiedene zweijährige Topfbäumchen begast: Bergahorn (*A. pseudoplatanus* L.), Spitzahorn (*A. platanoides* L.), Feldahorn (*A. campestre* L.), Rotbuche, Blutbuche, Stieleiche (*Qu. pedunculata* Ehrh.), Roteiche (*Qu. rubra* L.), Esche und Hainbuche. Die Konzentration war in dieser Reihe zu hoch gewählt: Die Bäumchen hatten während der dreitägigen Begasung große Mengen Fluor aufgenommen und trieben im folgenden Frühjahr am begasten Stammteile nicht mehr aus. Der begaste obere Teil starb ab, mit einer Ausnahme, der Esche. Diese entwickelte Neutriebe aus der begasten Krone mit normalen, unversehrten, jungen Blättern, die kein Fluor enthielten. Einige der anderen

Bäumchen trieben am Stammgrund, der zwischen Erde und Topf-
randhöhe durch gasdichten Abschluß nicht mitbegast worden war,
unbeschädigt neu aus.

Anschließend wurden Tradescantien den HF-Dämpfen aus-
gesetzt. Die Tradescantienstecklinge waren gut bewurzelt, die
Sprosse etwa 15 cm lang. Am Tage nach der Begasung hatten
einige Blätter schmale, braune Ränder bekommen, und an Ver-
gleichsstücken wurde festgestellt, daß die Blätter Fluor aufge-
nommen hatten. Das jüngste Blatt der begasten Sprosse wurde
markiert. Nach zwei Monaten waren die Triebe normal weiter-
gewachsen und die neuen Blätter grün und unbeschädigt. In die
neuen Triebe war kein Fluor eingewandert. Die alten begasten
Sprosse und Blätter dagegen reagierten, jetzt wiederholt untersucht,
immer noch auf die Fluorprobe. Das Fluor ist nach der Begasung
in der Pflanze also nicht in die neuen Triebe weitergeleitet worden.

Einige weitere krautartige Pflanzen verhielten sich ebenso.
Es wurden untersucht: Große Bohnen (*Vicia*), Spitzwegerich, Steck-
zwiebeln und Kartoffeln. Sämtliche Pflanzen wurden nach etwa
2 cm hohem Auflaufen Flußsäuredämpfen ausgesetzt. An fünf auf-
einanderfolgenden Tagen wurde täglich zwei Stunden lang begast.
Danach verfärbten sich die Blattränder und Spitzen; mitbegaste
Vergleichsreihen reagierten stark auf Fluor im Gegensatz zu den
unberäucherten Kontrollen. In anderen Vergleichsreihen wurden
die Zwiebeln und Knollen vor dem Setzen begast, die Kartoffeln
(Julinieren und Preußen) dabei je teils noch ruhend, teils vorge-
keimt. Sämtliche Pflanzen trieben normal aus und wuchsen ohne
Schäden heran. Ebenso verhielt sich eine Staude Timotheegras,
die oberirdisch nach starker Fluorbegasung abstarb, später aber
wieder neu austrieb. Nach guter Entwicklung wurden die jungen
Blätter aller dieser Versuchspflanzen und in einigen Fällen ge-
trennt auch die Sprosse auf Fluor untersucht. Auch hier war
Fluor in keinem Falle in die neuen Triebe weitergeleitet worden.

In weiteren Versuchen wurden wieder junge Topfbäumchen
im Winter den Flußsäuredämpfen ausgesetzt. Es wurden benutzt:
6 Linden, 6 Kastanien, 4 Feldahorne, 6 Bergahorne, 2 Rotbuchen.
Die Topferde wurde, um die Konzentrationen der Flußsäure-
dämpfe nicht unnötig zu schwächen, stets abgedeckt mit Ölpapier,
dessen Ränder durch Paraffin mit dem Topfrand luftdicht verbunden
wurden. In den einzelnen Begasungsreihen wurde meistens ein
Bäumchen vollständig begast, bei einem anderen wurden die Knospen

dicht mit Leinenband umwickelt, das außen mit Paraffin luftdicht verstrichen und mit der Stammrinde verbunden wurde, bei einem dritten wurde umgekehrt die Rinde mit einem luftdicht mit Paraffin verschmierten Band abgedeckt und nur die Knospen freigelassen. Als Parallelen zwecks Analyse wurden Glycinenzweige mit in die Gaskammer gestellt. An ihnen wurde festgestellt, daß die Rinden jeweils die auftreffenden Flußsäuredämpfe aufgenommen hatten. Alle begasten Bäumchen trieben im folgenden Frühjahr normal aus. Die jungen Sprosse und Blätter wuchsen in allen Fällen gesund und unversehrt heran, ganz gleich ob alles oder nur die Knospen oder nur die Rinde von den Dämpfen betroffen worden waren. Die Reaktion fiel in allen neuen Trieben negativ aus; Fluor war wieder in keinem Fall aus der Rinde in die neuen Triebe weitergeleitet worden.

Zu den Verhältnissen im Rauchgebiet stehen diese Versuche insofern nicht ganz im Einklang, als dort infolge der länger andauernden Begasung offenbar mehr Fluor in den Zweigrinden gespeichert wird. 7 Monate nach der Beräucherung konnte in den Rinden der künstlich begasten, noch lebenden Bäumchen kein aufgenommenes Fluor mehr nachgewiesen werden, während in Proben aus dem Rauchgebiet, die noch längere Zeit hier gelagert hatten, immer noch reichliche Fluormengen zu finden waren. Künstliche Begasungen, die sich über kürzere Zeit erstrecken, entsprechen in ihren Auswirkungen eben niemals ganz den länger anhaltenden und wiederkehrenden Raucheinflüssen der Praxis.

Zu den sichersten Schlüssen mußte das Material aus dem Rauchgebiet selbst führen. Wir ließen uns deshalb im Februar aus der Nähe der Fluorrauchquelle, die während des vorhergehenden Sommers starke Schäden verursacht hatte, Zweige und junge Wurzelschößlinge schicken. Die Zweige wurden hier in rauchfreier Atmosphäre in Wasser zum Austreiben ins Warmhaus gestellt, die jungen Pflänzlinge eingepflanzt teils im Kalthaus, teils im Freiland weiterkultiviert. Insgesamt wurden 10 Proben untersucht von Kastanie, Flieder, Apfel, Birne, Holunder und Hasel. Beim Eintreffen enthielten sämtliche Proben in den Knospen und in der Zweigrinde erhebliche Mengen Fluor, im Holzteil war kein Fluor vorhanden. An den fest geschlossenen und mit Harz verdichteten Kastanienknospen gaben nur die äußeren braunen Schuppen die Fluorreaktion, das Knospeninnere reagierte nicht. Die Apfelknospen dagegen waren schon leicht geöffnet; an ihnen reagierten die

äußeren Teile stark, die inneren rötlich-grauen, filzigen Schuppenblättchen schwach positiv. Nach zwei Monaten waren alle Zweige ausgetrieben. Sämtliche neuen Triebe wuchsen normal und zeigten keine Schäden. Die Prüfung auf Fluorgehalt nach der Kristallfällungsmethode ergab: Sämtliche jungen Blätter und sämtliche Blattstiele reagierten negativ. Auch die jungen, etwa 2—3 cm langen Blütenstände der Kastanien und die im Aufblühen befindlichen Blüten der Apfeltriebe enthielten kein Fluor. Nach der Untersuchung der Neutriebe wurden noch einmal die Sprosse analysiert: In den Rinden sämtlicher Proben waren nach wie vor erhebliche Mengen von Fluor vorhanden. Das Fluor lag wie in allem untersuchten Material aus dem Rauchgebiet teils in wasserlöslicher, teils in wasserunlöslicher Verbindung vor. Auch die Knospenschuppen und bei dem Apfel auch wieder die inneren Schuppenblätter hatten ihren Fluorgehalt unverändert bewahrt. Nur alles, was aus vorher geschützten Anlagen neu hervorgetrieben war, blieb frei von Fluor.

Diese Befunde lassen eine klare Beantwortung der eingangs aufgestellten Fragen zu: Es wurde festgestellt, daß die Rinden der Zweige bei Fluor-Begasung sowohl während der Vegetationszeit als auch in der Winterruhe erhebliche Mengen von Fluorverbindungen speichern können. Obwohl die von den Sprossen aufgenommenen Fluorverbindungen in der Rinde größtenteils in wasserlöslicher Form gespeichert werden, diffundieren sie nicht durch die Markstrahlzellen in den Holzkörper, gelangen also auch nicht in die im Frühjahr austreibenden Sprosse, Blätter und Blütenteile, ebensowenig wie diese Teile aus fluorhaltigem Boden heraus nach der mikrochemischen Kristallfällungsmethode erfaßbare Mengen von Fluor aufnehmen. Die bei Fluorbegasung von der Rinde aufgenommenen und in ihr gespeicherten Fluorverbindungen verhalten sich also beim Neutrieb grundsätzlich anders als Ammoniak.

Wenn somit an jungen Frühjahrstrieben schon an den ersten Blättern und an den Blüten Merkmale von Rauchgasbeschädigungen auftreten und mikrochemisch in den beschädigten Organen nach unserer Kristallfällungsmethode die Anwesenheit von Fluor nachgewiesen wird, so handelt es sich nicht um Nachwirkung der bei der vorjährigen bzw. winterlichen Begasung von der Zweigrinde aufgenommenen und von ihr gespeicherten Fluorverbin-

dungen. Diese werden, wie wir gesehen haben, nicht in die Frühjahrstriebte weitergeleitet, sondern gleichsam als Fremdkörper wie Stoffwechselausscheidungen aufgespeichert. Nachgewiesener Fluorgehalt in beschädigten Frühjahrsaustrieben ist vielmehr stets ein Beweis eines neuen Fluorraucheinflusses bei oder nach dem Austreiben¹⁾.

Damit beantwortet sich auch die für die Begutachtung wichtige Frage: Wie ist die Aufnahme fluorhaltiger Abgase durch die Rinde der Sprosse, speziell auch eine solche im Winter, in ihrer Schadenswirkung zu beurteilen? Wir haben gesehen, daß sie, sofern die Fluorrauchgaswirkung nicht so heftig war, daß die Zweige überhaupt rasch absterben, ohne praktisch spürbaren Einfluß auf den Frühjahrsaustrieb ist. Eine wesentliche Verzögerung des Austriebes wurde ebensowenig bemerkt wie eine nach Art des Fröhrtreibverfahrens denkbare Beschleunigung, und in allen Fällen wuchsen die Neutriebe mit ihren Blättern und Blüten ohne bemerkenswerte Nachwirkung und ohne Schäden heran und blieben frei von Fluor²⁾. Ist die Fluorrauchgaseinwirkung so heftig oder anhaltend, daß die Zweige oder die ganzen oberirdischen Organe absterben, so ist der Schaden natürlich groß, aber selbst dann kann ein Austrieb aus dem unterirdischen, nicht oder wenig stark betroffenen Teile stattfinden.

(Ob die Rindengewebe durch die Speicherung der oft recht erheblichen Mengen von Fluorverbindungen, die sie in ihrem Aussehen nicht verändern, eine Störung ihrer Funktion erleiden, muß noch dahingestellt bleiben. Es wäre z. B. denkbar, daß die Kambiumtätigkeit in solchem fluordurchseuchten Gewebe gestört und der Zuwachs verringert würde. Experimentell wäre das durch Übertragung von Pflanzen mit fluordurchseuchten Rinden aus dem Rauchgebiet in ein rauchfreies Gebiet und Beobachtung des Zuwachses in den fluordurchseuchten und den sich im rauchfreien

¹⁾ Bei der Untersuchung ist selbstverständlich auch auf weitere Möglichkeit (Spritzung!) zu achten.

²⁾ Vielleicht bietet sich von hier aus auch die Möglichkeit, die kürzlich von Janson (1936, 205) aufgeworfene Frage nach dem analogen Fall bei SO_2 -Schäden zu beantworten. Experimentell ist die Lösung schwierig, da die Speicherung von SO_2 in der Rinde kaum eindeutig als Raucheinfluß wird nachgewiesen werden können. Es ist aber kaum anzunehmen, daß aufgenommene schweflige Säure auf dem Wege über die Sprosse (als Schwefelsäure oder Sulfate) den Frühjahrsaustrieb wesentlich schädigen sollte, wenn die dem Stoffwechsel fremdere Flußsäure es selbst in recht großen Mengen nicht tut.

Gebiet neu bildenden und frei von Fluor bleibenden Organteilen zu entscheiden. Große Wahrscheinlichkeit für eine solche Funktionsstörung besteht nicht, sie würde sich dann doch wohl auch in sichtbarer Weise auf den ersten Austrieb auswirken.

Eine weitere Fragestellung, die sich aus den Beobachtungen über die Fluoraufnahme durch die Rinde und ihre Wirkung ergibt, ist folgende: Ob die Flußsäure ähnlich wie einige andere Rauchsäuren die Laubblätter zuerst und vorwiegend in ihrer Assimilationstätigkeit angreift, ist bisher nicht untersucht worden, und es sind auch Anhaltspunkte nach dem anatomischen Bild aus dem Grunde schwer zu erhalten, weil die Blattgewebe nach Flußsäureeinwirkung rasch und vollständig zerstört werden. Wenn wir nun gesehen haben, daß die Rindengewebe und auch die Knospen bei Fluorbegasung die Fluorverbindungen in teilweise großen Mengen speichern ohne erkennbaren Schaden zu erleiden und selbst in ihrer Funktion nicht geschädigt werden, so zeigt das, daß sie also ähnlich wie z. B. die Blütenblätter, ungleich widerstandsfähiger sind, als die grünen Laubblätter, die schon durch viel schwächeren Fluorraucheinfluß abgetötet werden. Daraus ist wohl die weitere Folgerung nicht abwegig, daß auch die Flußsäure zuerst und vorwiegend die Assimilationstätigkeit angreift.

Zusammenfassung.

1. Sprosse speichern sowohl bei sommerlicher als auch bei winterlicher Beräucherung fluorhaltige Abgase bis zu großen Mengen in ihrer Rinde, selten auch im Holzteil, in wasserlöslicher und -unlöslicher Form.
2. Der Austrieb der Zweige und die weitere Entwicklung der Neutriebe werden durch die in der Rinde gespeicherten Fluorverbindungen nicht merklich beeinträchtigt. Bei schweren Schäden verdorren die Zweige. Diese Feststellungen sind bei der Beurteilung praktischer Rauchsadenfälle zu beachten.
3. Alle neuen Austriebe der fluorhaltigen Zweige bleiben in rauchfreier Atmosphäre frei von Fluor, ebenso die Neutriebe fluorbegaster Kräuter, Zwiebeln und Knollen. Ein Weiterleiten der früher aufgenommenen Fluorverbindungen aus der Sproßrinde in die Neutriebe findet nicht statt.
4. Fluorgehalt in den Neutrieben ist also immer ein Beweis eines neuen Fluorraucheinflusses bei oder nach dem Austreiben (falls keine Spritzung vorliegt).

Schrifttum.

- Bredemann, G. u. Radeloff, H.: Rauchschäden durch schweflige saure Abgase und ihre Erkennung. *Phytopath. Ztschr.* 1932, **5**, 179—194.
- , Zur Diagnose von Fluorrauchschäden. *Ebenda* 1932, **5**, 195—206.
- Garber, Kurt: Über die Physiologie der Einwirkung von Ammoniakgasen auf die Pflanzen. *Diss. Hamburg* 1935; *Ldw. Vers.-Stat.* 1935, **123**, 277—344.
- Janson, A.: Rauchsäurevergiftungen in der Sachverständigenpraxis. Die kranke Pflanze 1936, **13**, 179—187, 198—207, 221—223; 1937, **14**, 2—7.
- Neger, F. W.: Ein neues, untrügliches Merkmal für Rauchschäden bei Laubhölzern. *Angew. Bot.* 1919, **1**, 129—138.
- Weber, Friedl.: Über eine einfache Methode, die Wegsamkeit der Lentizellen für Gase zu demonstrieren. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 1916, **34**, 73—82.

Zur Kenntnis der *Orobanche crenata* Forsk. (— *O. speciosa* DC.).

Von

K. O. Müller.

(Biologische Reichsanstalt, Berlin-Dahlem; früher Landwirtschaftliche Hochschule,
Ankara.)

Mit 2 Abbildungen.

Orobanche crenata gehört in den Mittelmeerländern zu den gefürchtetsten Schädlingen der Ackerbohne (*Vicia faba*)¹⁾. So ist heute in manchen Gebieten Südspaniens der Ackerbohnenanbau nur möglich, wenn der Boden noch nicht verseucht ist²⁾. Auch in Süditalien (Sizilien) und Nordafrika (Algerien) scheinen nach Mitteilungen italienischer und französischer Forscher die Schäden sehr groß zu sein. Verbreitet ist der Schädling ferner in Südfrankreich, auf den tyrrhenischen Inseln (Korsika, Elba), in Griechenland und außerdem in Tunis, Ägypten und Kleinasien.

In den Küstenstrichen der europäischen und asiatischen Türkei konnte ich mich in den Jahren 1928/29 von den großen Verheerungen überzeugen, die dieser phanerogame Parasit bei den Ackerbohnenkulturen anzurichten vermag. Besonders häufig habe ich ihn in der Umgebung von Stambul zu beiden Seiten des Bos-

¹⁾ Schon den alten Griechen und den Arabern des Mittelalters war *O. crenata* als Verwüster der Feldbohnenkulturen bekannt (s. Theophrast, Plinius u. a.).

²⁾ Nach mündl. Mitteilung von Herrn Prof. Hase, BRA.

porus, in der Gegend um Ismit und zwischen Brussa und Karaca-Bey angetroffen. Hier fallen die Verluste besonders schwer ins Gewicht, da in diesen Strichen die Ackerbohne außer als Gartenfrucht auch rein feldmäßig angebaut wird. Besonders hoch waren 1928 die Verluste im Gebiet zwischen Brussa und Karaca-Bey, wo die Bohnen von dem Parasiten gleichsam „ausgezehrt“ wurden und verdorrten, bevor sie zum Fruchtansatz gelangten. Dafür wucherte zwischen den absterbenden Pflanzen ein üppiger Blütenflor der *Orobanche* empor. An die Beerntung der Felder war unter diesen Umständen überhaupt nicht mehr zu denken, die Arbeit hätte sich nicht mehr gelohnt.

Vereinzelt habe ich den Schädling auch im Gebiet von Smyrna, Adabazar, Inebolu (Schwarzes Meer) und Amasia beobachtet: doch waren hier in den von mir beobachteten Fällen die Schäden bedeutend geringer als in den oben genannten Strichen. In Zentralanatolien ist er mir dagegen niemals zu Gesicht gekommen. Auch sind mir während meiner zweijährigen Tätigkeit in Ankara keine Meldungen über das Auftreten des Schädlings in diesen Gebieten zugegangen. Offenbar ist der Parasit auf die küstennahen Randgebiete der anatolischen Halbinsel beschränkt: in den winterkalten Steppengebieten des inneranatolischen Berglandes scheint er, wenn überhaupt, nur sehr selten, und dann sicherlich von den Küstengebieten her eingeschleppt, vorzukommen.

Dieser Auffassung stehen auch nicht die Angaben Boissiers in der „Flora orientalis“ (2) und die Mitteilungen Beck-Managettas in seiner Orobanchen-Monographie (1) über die geographische Verbreitung der *Orobanche crenata* in Anatolien entgegen. Als Verbreitungsgebiet verzeichnet Boissier „Regio mediterranea totius Europae et Africae borealis“. Diese wie die andere Angabe „in tota ditione vulgaris a Graecia ad Syriam! Mesopotamiam! Egyptum! Transcaucasiam!“ sind ganz allgemein gehalten und besagen daher noch nicht, daß der Schmarotzer auch im Innern der anatolischen Halbinsel vorkommt. Das gleiche gilt auch für die Angaben Beck-Managettas. Diese sprechen sogar eher für als gegen die hier vertretene Auffassung. So sagt der Autor: „Sehr oft wird sie (die *Orobanche*¹⁾) verschleppt, kann sich aber trotz ihrer Einjährigkeit außer dem Gebiet der Mittelmeerflora nicht behaupten.“ Für Anatolien gibt er folgende Fundorte an: Samsun Dagh bei

¹⁾ Zusatz des Verfassers.

Priene (K. Krause), Gazi Aintab, zwischen Kirchan und Meraş (Hausknecht), Troas (Sintenis), Safranbol, Tokat und Urfa. Da es sich durchweg um Orte handelt, die nicht im Innern des Landes gelegen sind, wäre auch in diesen Angaben ein Hinweis zugunsten unserer Auffassung zu erblicken (s. hierzu Abb. 1).



Abb. 1. Die geographische Verteilung der dem Verfasser für die Türkei bekannten Fundorte:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Festgestellt von K. Krause, | 4. Festgestellt von K. O. Müller, |
| 2. " " Hausknecht, | 5. Mitgeteilt von Beck-Managetta, |
| 3. " " Sintenis, | 6. Festgestellt von O. Schwarz. |

Über die Bekämpfung der Orobanchen ist schon viel geschrieben worden. Im wesentlichen laufen sämtliche Vorschläge auf folgende Maßnahmen hinaus:

1. Verhütung der Einschleppung des Schädling,
2. Aushacken der Blütenprosse, bevor der Parasit zum Blühen und Fruchten gelangt, damit seine Aussamung und somit eine weitere Verseuchung des Bodens verhindert wird,
3. Einführung eines weitschichtigen Fruchtwechsels auf den verseuchten Feldern, in dem die anfällige Nutzpflanze möglichst selten erscheint.

Der Erfolg eines weitschichtigen Fruchtwechsels wäre einmal davon abhängig, wie lange die winzig kleinen *Orobanche*-Samen im Boden keimfähig bleiben¹⁾, zum andern davon, ob der Schädling außer der anfälligen Nutzpflanze noch andere Pflanzen zu

¹⁾ Passerini (6) gibt für *O. crenata* mindestens 11 Jahre an!

befallen vermag, die, wie in unserem Falle, als Unkräuter im Getreide auftreten oder als Ersatz für die Ackerbohne in Frage kommen. Um der weiteren Verseuchung des Bodens Einhalt zu gebieten, genügt es allerdings vielleicht schon, eine Fruchtfolge zu wählen, bei der der Schädling wohl zum Keimen, aber nicht mehr zur Samenreife gelangt. Es dürfte sogar nicht ausgeschlossen sein, daß „halbresistente“ Zwischenfrüchte zur Entseuchung des Bodens besonders geeignet sind. Denn bekanntlich keimt der *Orobanche*-Samen erst, wenn er sich in der Nähe der Wurzel eines geeigneten Wirtes befindet. Offenbar wird die Keimung durch einen chemischen Reiz (s. Koch [4]) ausgelöst, der von der Wurzel der Nährpflanze ausgeht. Der Schmarotzer würde also auskeimen, doch nicht mehr zur Samenbildung gelangen. Hierdurch würde, wie nicht weiter ausgeführt zu werden braucht, die Entseuchung des Bodens beschleunigt werden.

Über die „biologische Anpassung“ des Schädlings finden sich in der Literatur zahlreiche Angaben: Nach den Mitteilungen verschiedener Floristen tritt *Orobanche crenata* außer in *Vicia faba*-Beständen auch auf Flächen auf, die mit *Pisum*, *Cicer* oder *Lens* bestanden sind. Koch gibt in seiner klassischen *Orobanche*-Monographie (4) außerdem *Errum Errilia* L. (= *Vicia Errilia* Willd.) und noch neun andere Arten, darunter auch Nichtleguminosen (*Anthriscus nemorosus*, *Calendula arvensis* u. a.) an. Für *Vicia faba* und *Pisum sativum* betont Koch ausdrücklich, daß er auf ihnen den Parasiten häufig gezogen hätte. Ob auch die übrigen von ihm genannten Arten im Kulturversuch auf ihre Eignung als Nährpflanzen geprüft worden sind, ist allerdings aus seiner Arbeit nicht zu ersehen. Beck-Managetta (1) teilt mit, daß der Parasit leicht in Gärten auf *Pisum sativum* L., *Lathyrus cicera* L., *Lens esculenta* Moench. zu kultivieren sei. Außerdem gibt er an, daß er ihn u. a. auf den Wurzeln folgender Pflanzen beobachtet hat: *Lathyrus inconspicuus* L., *L. angulatus* L., *Vicia Errilia* Willd., *V. melanops* S. S., *Plantago albicans* L.; auch soll der Schmarotzer auf *Trifolium pratense* L., *Ornithopus* spec., *Melilotus alba* Desv. und *M. italica* Lam. vorkommen.

Es fragte sich nun, ob der Wirkkreis der auf der *Vicia faba* parasitierenden *Orobanche crenata* wirklich so groß ist. Denn die meisten Angaben der genannten Autoren beziehen sich auf Gelegenheitsbeobachtungen und Feststellungen an Sammlungsmaterial. Außerdem war mit der Existenz spezialisierter Formen innerhalb

der Großart *Orobanche crenata* zu rechnen. Daher erschienen mir Kulturversuche in Verbindung mit verschiedenen Wirten erwünscht.

Die Versuche wurden mit folgenden in Frage kommenden Nährpflanzen durchgeführt:

1. *Vicia faba* L.,
 2. *Pisum sativum* L. (zwei verschiedene türkische Handelsorten),
 3. *Phaseolus vulgaris* L. (drei verschiedene türkische Handelsorten),
 4. *Lens esculenta* Moench.,
 5. *Medicago sativa* L. (Herkunft Kaiseri-Anatolien).
 6. *Melilotus officinalis* Willd.,
 7. *Vicia eriocarpa* (Hkn.) Hal.,
 8. *Vicia angustifolia* L.
 9. *Lathyrus Aphaca* L.
 10. *Lathyrus Ochrus* (L.) DC.
- In Anatolien weitverbreitete Ge-
treideunkräuter; ihre genaue Be-
stimmung verdanke ich Herrn
Dr. O. Schwarz (Berlin-Dahlem).

Die Versuche führte ich 1929 in Ankara (Zentralanatolien) gemeinsam mit meinem damaligen türkischen Mitarbeiter, Wahittin Bey, durch. Die *Orobanche*-Samen, die wir für die Verseuchung des Bodens verwendeten, stammten von stark befallenen Ackerbohnenbeständen in der Umgebung von Brussa (gesammelt im Juni 1928). Die Anzucht erfolgte in Mitscherlich-Gefäßen, die in einem provisorisch hergerichteten Gefäßstand¹⁾ aufgestellt und ständig feucht gehalten wurden. Die Kulturen wurden Anfang April angesetzt und letztmalig Ende Juni durchgesehen, als die *Vicia faba* fruchtete und der Parasit in Blüte stand. Anschließend wurden die Wurzeln jeder Pflanze ausgewaschen und sorgfältig auf *Orobanche*-Besatz untersucht. Die Versuche führten zu folgendem Ergebnis (s. hierzu Tab. 1).

Die drei geprüften *Vicia*-Arten wurden mehr oder weniger stark befallen. Hierbei war auf *Vicia faba* und *V. angustifolia* die Entwicklung des Parasiten bedeutend besser als auf *V. eriocarpa*. Auffällig war aber angesichts der in den mit *Orobanche crenata* verseuchten Gebieten gesammelten Erfahrungen, daß auch in den Kulturen, in denen als Wirt *Vicia faba* zur Verfügung stand, die Blütensprosse des Parasiten relativ spät über dem Erdboden erschienen, jedenfalls erheblich später als in den Gebieten, wo die

¹⁾ Durch Erdaushub geschaffen (die Gefäße befanden sich mit dem oberen Rand zu ebener Erde).

Orobanche die großen Verwüstungen bei der Feldbohne anrichtet. Während dort der Schmarotzer schon reichlich fruchtete, als die Wirtspflanzen gerade begonnen hatten, Hülsen anzusetzen, durchstieß er hier, in den in Ankara durchgeführten Kulturversuchen, mit seinen Sprossen den Boden erst, als sich die Feldbohne bereits zur Fruchtbildung anschickte. Auffällig war auch, daß die Entwicklung der Wirtspflanzen augenscheinlich nur wenig unter dem Parasiten gelitten hatte.

Tabelle 1. Ergebnis der Infektionsversuche.

Wirtspflanze	Beobachtungen
1. <i>Vicia faba</i>	Es sind drei blühende, außerdem zahlreiche kurz vor dem Blühen stehende <i>Orobanche</i> -Sprosse festzustellen (2 Töpfe).
2. <i>Pisum sativum</i> (zwei verschiedene türkische Handels-sorten)	Es werden vier blühende, außerdem zahlreiche, mehr oder weniger üppig entwickelte Sprosse, die kurz vor dem Aufblühen stehen, beobachtet (4 Töpfe).
3. <i>Phaseolus vulgaris</i> (drei verschiedene türkische Handels-sorten)	Es erscheinen keine <i>Orobanche</i> -Sprosse über dem Erdboden, die eingehende Untersuchung der Wurzeln läßt keine Infektion erkennen (4 Töpfe).
4. <i>Lens esculenta</i>	Einige <i>Orobanche</i> -Sprosse haben gerade den Erdboden durchstoßen, doch sind an den Wurzeln nach dem Auswaschen noch zahlreiche „Knollen“ z. T. mit ziemlich weit entwickelten Blütensprossen festzustellen (2 Töpfe).
5. <i>Medicago sativa</i>	Kein Infektionserfolg; s. unter 3 (2 Töpfe).
6. <i>Melilotus officinalis</i>	Es haben zahlreiche Blütensprosse den Erdboden durchstoßen, doch ist noch keiner von ihnen zum Blühen gelangt (2 Töpfe).
7. <i>Vicia eriocarpa</i>	Bei einem Topf ist die Zahl der über den Erdboden gelangten Blütensprosse ziemlich hoch, bei den anderen erheblich geringer, zum Blühen ist noch kein Sproß gelangt (2 Töpfe).
8. <i>Vicia angustifolia</i>	Von den fünf Kulturen zeigen zwei starken, zwei geringeren <i>Orobanche</i> -Besatz, z. T. sind die Pflanzen in voller Blüte; bei einer Kultur ist keine Infektion festzustellen (Versuchsfehler?) (5 Töpfe).
9. <i>Lathyrus Aphaca</i>	Kein Infektionserfolg (s. unter 3), 2 Töpfe.
10. <i>Lathyrus Ochrus</i>	Kein Infektionserfolg (s. unter 3), 2 Töpfe.

Befallen wurden außer den geprüften *Vicia*-Arten *Pisum sativum*, *Lens esculenta* und *Melilotus officinalis*. Auch hier konnten wir wieder Unterschiede in der Entwicklungsfreudigkeit des Schmarotzers feststellen. Auf *Pisum sativum* war die Entwicklung ebenso gut wie auf *Vicia faba*. Diese Beobachtung und weiterhin die Tatsache, daß auch die Linse sich als Wirt geeignet erwies, stimmen gut mit den Angaben von Koch (4), Beck-Managetta (1) und anderen Autoren (s. bei 1 u. 4) überein, wonach *Orobanche crenata* auch in Erbsen- und Linsenfeldern auftritt. Die Mitteilung Beck-Managettas, daß *Melilotus*-Arten als Nährpflanzen geeignet sind, findet ebenfalls ihre Betätigung.

Kein Befall wurde dagegen bei den übrigen vier untersuchten Leguminosenarten festgestellt. Daß Luzerne und Buschbohne als Nährpflanze ungeeignet sind, darf nicht überraschen; denn es findet sich in der Literatur keine Notiz darüber, daß der Schmarotzer auf den Wurzeln dieser Pflanzen gefunden worden wäre. Dagegen fällt es auf, daß das Ergebnis bei den geprüften *Lathyrus*-Arten negativ war. Man hätte im Hinblick auf die Angabe von Beck-Managetta, daß *O. crenata* auf *Lathyrus inconspicuus* und *L. angulatus* gefunden worden ist, das Gegenteil erwarten können. Nach unseren Versuchsergebnissen müssen entweder die verwendeten *Lathyrus*-Arten (*Aphaca* und *Ochrus*) als widerstandsfähig gelten, oder es handelt sich bei den sich auf *Lathyrus* beziehenden Angaben in der Literatur um Fehlbeobachtungen, die nur zu leicht bei der Untersuchung von Herbarmaterial unterlaufen können.

Die geschilderten Kulturversuche zeigen also eindeutig, daß die auf *Vicia faba* schmarotzende *Orobanche crenata* nicht auf die Ackerbohne beschränkt ist, sondern auch eine ganze Reihe anderer Leguminosen zu befallen vermag. Hiermit ist die Angabe von Mattei (5), daß *O. speciosa (crenata)* ausschließlich auf *Vicia faba* lebe und die auf anderen *Vicia*-Arten und manchen Kleearten auftretenden *Crenata*-ähnlichen Orobanchen als selbständige Arten bzw. Kleinarten aufzufassen sind, hinfällig geworden. Die Kulturversuche haben vielmehr die von Koch und Beck-Managetta vertretene Auffassung im großen und ganzen bestätigt, nach der die Zahl der für *Orobanche crenata* anfälligen Pflanzenarten ziemlich groß ist.

Wenig wahrscheinlich dürfte es nach den erzielten Versuchsergebnissen sein, daß *Crenata*-Rassen existieren, die auf verschiedene Leguminosenarten „angepaßt“ sind. Allerdings ist mit

diesem einmaligen Infektionsversuch keine endgültige Klärung dieser Frage herbeigeführt. Hierzu wäre die Wiederholung der Versuche mit *Crenata*-Stämmen erforderlich, die von verschiedenen Nährspecies gesammelt worden sind.

Für die Bekämpfung des Schmarotzers ergeben sich aus dem Gesagten folgende Leitsätze:

1. Als Ersatz für die Ackerbohne im Rahmen einer weit-schichtigen Fruchtwechselfolge sind Erbsen und Linsen aus-zuschließen. Dagegen dürfte als Ersatzfrucht die Busch-bohne (*Phaseolus vulgaris*) geeignet sein; um den Schma-rotzer auszuhungern, käme auch der Anbau der Luzerne in Frage.
2. Wird das verseuchte Feldstück mit Getreide besetzt, so ist für eine energische Bekämpfung der Unkrautwicken durch wiederholtes Hacken bzw. Ausraufen Sorge zu tragen. Saat-gut, das mit Wickensamen durchsetzt ist, sollte man nach Möglichkeit auf solchen Feldstücken nicht aussäen, da sich auf ihnen der Schmarotzer zu erhalten vermag. Allerdings wäre noch zu prüfen, ob es nicht Wickenarten, die als Un-kraut im Getreide vorkommen, oder auch Kulturleguminosen gibt, auf denen der Schmarotzer wohl noch zur Keimung und Sproßbildung, normalerweise aber nicht mehr zur Fruktifikation gelangt. Daß mit dieser Möglichkeit gerechnet werden darf, darauf deuten die mitgeteilten Versuchsergeb-nisse hin. Gegebenenfalls dürfte es sogar, wie schon auf S. 184 angedeutet, mit Hilfe solcher Nährpflanzen gelingen, die Felder relativ schnell zu entseuchen, da die Samen in der Rhizosphäre solcher Wirte wohl auskeimen, doch der Schmarotzer später nicht mehr zur Samenbildung gelangt.

Ein zweiter Versuch beschäftigte sich mit der Frage nach der Giftempfindlichkeit der *Orobanche*-Samen, um einen Anhalt dafür zu gewinnen, ob die Entseuchung von Saatgut durch Beizung möglich ist. Untersucht wurde die Wirkung von drei bekannten Naßbeizmitteln (Uspulun, Germisan und Kupfersulfat). Die Versuchsanstellung war wie folgt:

Je Einzelversuch wurden etwa 500 mg *Orobanche*-Samen be-nutzt. Die Behandlung mit den Beizlösungen erfolgte in der Weise, daß das staubförmige Samenpulver in trockene Probier-röhrchen eingetragen und mit den Giftlösungen überschichtet wurde. Hierauf wurde das Ganze gut durchgeschüttelt. Nach einer be-

stimmten Zeitspanne (s. Tab. 2) wurde die Suspension über ein Filter geschickt. Die auf dem Filterpapier zurückbleibenden Samen wurden einige Male mit gewöhnlichem Wasser ausgewaschen und darauf mit der Erde der Kulturgefäße innig vermengt. Je Topf wurden 5 *Faba*-Samen eingesät.

Bei diesem Versuch wurde außer der Behandlungsdauer auch die Konzentration der Beizmittel variiert. Der Versuch wurde abgebrochen, als bei der Kontrolle (s. Tab. 1, erste Zeile) der Schmarotzer zum Blühen gelangt war. Bei Beendigung des Versuches wurden in sämtlichen Behandlungsstufen die *Faba*-Wurzeln sorgfältig auf ihren Besatz mit *Orobanche*-Knollen untersucht. Das Ergebnis des Versuches ist in Tab. 2 wiedergegeben.

Tabelle 2. Giftempfindlichkeit der *Orobanche*-Samen.

Beizmittel	Kon- zentration %	Behandlungs- dauer Min.	Ergebnis
Kupfersulfat	0,5	30	Zahlreiche <i>Orobanche</i> -Sprosse vorhanden, z. T. blühend.
"	1,0	30	Desgl.
"	2,0	30	Desgl.
"	2,0	15	Zahlreiche <i>Orobanche</i> -Knollen vorhanden, zwei der über die Erdoberfläche gelang- ten <i>O</i> -Sprosse kurz vor dem Aufblühen.
Germisan	0,5	30	Keine Infektion zu erkennen.
"	1,0	30	Desgl.
"	2,0	30	Desgl.
"	2,0	15	Desgl.
Uspulun	0,5	30	An den <i>Faba</i> -Wurzeln <i>O</i> -Knollen festzu- stellen, ein Sproß hat die oberste Erd- schicht durchstoßen.
"	1,0	30	Keine Infektion zu erkennen.
"	2,0	30	Desgl.
"	2,0	15	Desgl.
Kontrolle	—	—	S. Tabelle 1, unter 1.

Wir sehen, daß die Empfindlichkeit der *Orobanche*-Samen gegenüber dem Beizmittel Germisan ziemlich hoch ist; bei jeder der gewählten Behandlungsstufen blieb ein Befall aus. Geringer scheint die Empfindlichkeit für Uspulun zu sein; denn in Versuchsstufe „0,5%/30“ war noch ein Teil der Samen am Leben geblieben. Die Behandlung mit Kupfersulfat hat dagegen überhaupt nicht

gewirkt; in sämtlichen Behandlungsstufen entwickelte sich der Schmarotzer normal, ein Unterschied gegenüber der Kontrollkultur war nicht zu erkennen. Hiernach scheint *Orobanche crenata* eine bemerkenswerte Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Cu-Ion zu besitzen.

Die Behandlung des Saatgutes mit Beizmitteln zur Abtötung der anhaftenden *Orobanche*-Samen hat selbstverständlich nur dann einen Sinn, wenn hierdurch die Keimfähigkeit nicht oder so gut wie gar nicht beeinträchtigt wird. Deshalb wurde mit *Faba*-Saatgut ein Beizversuch durchgeführt, der, was die Konzentration der Beizmittel und die Behandlungsdauer anbelangt, in der gleichen Weise, wie oben für die Schmarotzersamen angegeben, angesetzt wurde¹⁾. In Tabelle 3 sind die Versuchsergebnisse aufgezeichnet. Sie zeigen, daß die Keimfähigkeit der *Faba*-Samen durch eine kurzfristige Behandlung mit Germisan, Uspulun oder Kupfersulfat in wesentlichem Maße nicht gemindert wird. Da andererseits die *Orobanche*-Samen bei Anwendung von Germisan und Uspulun abgetötet wurden (nur Uspulun in der Anwendung mit 0,5% für 30 Minuten ergab kein befriedigendes Ergebnis), so scheint die Möglichkeit zu bestehen, durch Beizung „*Orobanche*-verdächtigen“ Saatgutes die Verschleppung des Schmarotzers in noch unverseuchte Gebiete zu verhindern²⁾.

Tabelle 3. Keimfähigkeit (K = %) der *Faba*-Samen nach Behandlung mit verschiedenen Beizmitteln.

Be- handlungs- dauer	Beizmittel (Konzentration)												Un- behandelt
	Kupfersulfat				Uspulun				Germisan				
	2%	2%	1%	0,5%	2%	2%	1%	0,5%	2%	2%	1%	0,5%	
15'	100	—	—	—	100	—	—	—	98	—	—	—	100
30'	—	96	98	100	—	98	100	100	—	98	100	100	

Anzahl der je Einzelversuch ausgelegten Samen: 50 Stück.

Keimsubstrat: Gartenerde.

Wartezeit bis zur Auszählung: 8 Tage.

Der Versuch wurde im Gewächshaus durchgeführt.

¹⁾ Der Versuch wurde in Dahlem durchgeführt. Herrn Diplomb Gärtner Krüger, der die Durchführung dieses Versuches übernahm, möchte ich dafür an dieser Stelle danken.

²⁾ Wie nicht weiter ausgeführt zu werden braucht, ist selbstverständlich die Saatgutbeizung in allen Fällen sinnlos, wo der Ackerboden bereits verseucht ist.

Zum Schluß möchte ich noch einmal auf die geographische Verbreitung der *Orobanche crenata* in Kleinasien zurückkommen! Nach den eigenen Feststellungen und den Mitteilungen anderer Autoren dürfte kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß der nordwestliche Teil der anatolischen Halbinsel besonders stark verseucht ist. Man könnte den Grund hierfür in dem dort relativ intensiv betriebenen Ackerbohnenanbau sehen, der zu einer besonders starken Verbreitung des Parasiten bzw. Verseuchung der Felder geführt hat. Nach unseren Erfahrungen reicht aber diese Erklärung nicht aus; denn sonst müßte der Parasit auch im zentralanatolischen Bergland auftreten, wo stellenweise der Anbau der Ackerbohne ziemlich intensiv, allerdings in der Regel nur auf Bewässerungstafeln, betrieben wird. Den Hauptgrund für die unterschiedliche Verbreitung des Parasiten in Anatolien sehe ich vielmehr in der klimatischen Differenzierung des Landes: *Orobanche crenata* ist, wie aus allen Literaturangaben hervorgeht, ein typischer Begleiter der Mittelmeerflora. Wohl kommt er nach den Angaben von Beck-Managetta noch in Transkaukasien (Abchasien, Georgien, Baku) vor, doch scheint er hier seine Ostgrenze erreicht zu haben. Offenbar handelt es sich hier um ein isoliertes oder nur lose mit dem Hauptareal in Verbindung stehendes Verbreitungsgebiet, dessen Klima während der Hauptvegetationszeit der Ackerbohne vieles mit dem Klima der küstennahen Mediterrangebiete gemein hat. Der bestimmende Faktor für das Fehlen des Parasiten im zentralanatolischen Hochland ist m. E. die Temperatur, die den Entwicklungsrhythmus bzw. die Entwicklungsschnelligkeit gleicherweise beim Wirt wie beim Parasiten bestimmt. Die Temperaturansprüche des Parasiten sind offenbar höher als die des Wirtes. Das möchte ich aus den Ergebnissen der in Ankara durchgeführten Kulturversuche entnehmen; denn hier gelangte der Parasit erheblich später als die Wirtspflanze zum Blühen. Auch wenn man den Versuch bis zur endgültigen Abreife der Feldbohne hätte laufen lassen, wäre er nicht mehr zum Fruchten gelangt. Unter solchen Umständen wäre eine zunehmende Verseuchung des Bodens nicht möglich.

Es sei diese Erklärung auf eine einfache Formel gebracht! Benutzen wir die Symbole

L_v = Vegetationsdauer der Ackerbohne,

L_o = Vegetationsdauer des Schmarotzers,

N = Zeitdauer von der Keimung der Ackerbohne
bis zur Ausbildung einer infizierbaren Wurzel,

so veranschaulicht der Quotient $\frac{L_v - N}{L_o}$ das Verhältnis zwischen der Entwicklungsgeschwindigkeit des Wirtes und der des Parasiten. Ist $\frac{L_v - N}{L_o} < 1$, so kommt der Parasit nicht mehr dazu, so viel Samen auszubilden, daß eine Massenvermehrung zustande kommt. Ist $\frac{L_v - N}{L_o} \geq 1$, so gelangt der Parasit zu mehr oder weniger reichlicher Samenbildung; infolgedessen nimmt die Verseuchung des Bodens zu. Da L_v , L_o und N temperaturbestimmte Größen sind und wir allen Grund dazu haben, die Temperaturansprüche des Schmarotzers höher als die des Wirtes anzusetzen, wird der Quotient mit sinkender Temperatur abnehmen; das bedeutet aber auf der anderen Seite: mit steigender Temperatur nimmt die Vermehrungsfrequenz des Parasiten zu.

Das Beweismaterial ist — darüber kann sich auch Verf. nicht hinwegtäuschen — noch ziemlich dürftig. Doch gewinnt die hier vorgetragene Ansicht eine wertvolle Stütze, wenn wir uns die geographische Verbreitung eines anderen, mit *Crenata* sehr nah verwandten Schmarotzers, des Kleeteufels (*Orobanche minor*), vergegenwärtigen. *O. minor* ist wie *O. crenata* in den Mittelmeergebieten beheimatet, doch scheint sie einen geringeren Wärmebedarf als diese zu haben. Ihr Hauptverbreitungsareal erstreckt sich nach Hegi (3) über die nördlichen Mittelmeerlande (Spanien, Frankreich, Italien, Balkanhalbinsel, Kleinasien). In Westeuropa (Südengland) stößt es am weitesten nach Norden vor; der durch Mitteleuropa gehende Teil der Nordgrenze biegt nach Süden aus. Die Übersichtskarte in Abb. 2, die die Häufigkeit des Kleeteufelvorkommens in den verschiedenen Gebieten des Reiches auf Grund der Meldungen des Deutschen Pflanzenschutzdienstes wiedergibt, soll dies veranschaulichen: In den wärmeren Strichen Süd- und Westdeutschlands verdichtet sich deutlich das Auftreten des Schmarotzers (die von ihm „gemiedenen“ Striche fallen mit den höheren Lagen des Schwarzwaldes, des Odenwaldes und der mitteldeutschen Gebirgsschwelle zusammen). Nord- und Westdeutschland sind dagegen, wie schon Koch (4) wußte, praktisch kleeteufelfrei (die von dort gemeldeten Funde rühren sicherlich von gelegentlichen Einschleppungen her, eine fortschreitende Verseuchung der Kleeschläge haben diese aber nicht zur Folge). Der Parasit folgt also der Wirtspflanze nur bis zur Linie Münster—Thüringer Bergland. Nordöstlich davon, in

den im Frühling und Vorsommer kühleren Gebieten Deutschlands, wird er also gleichsam „abgehängt“, offenbar, weil er hier bei der üblichen Anbau- und Nutzungsweise des Klees nicht mehr rechtzeitig zu ausreichender Samenproduktion und damit auch nicht zur Massenvermehrung gelangt. —

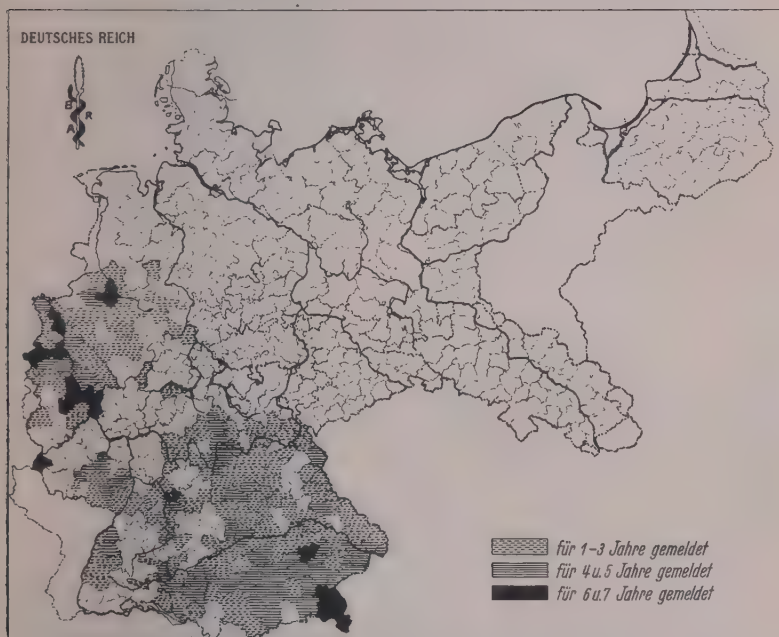


Abb. 2. Die Häufigkeit der Meldungen über Schädigungen der Kleebestände durch *Orobanche minor* in Deutschland.

(Übersichtskarte, hergestellt vom Melde- und Beobachtungsdienst der Biolog. Reichsanstalt.) Berichtsperiode: 1929—1936.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß die Gattung *Orobanche* in Europa ihr Hauptverbreitungsgebiet in den wärmeren Gebieten, hauptsächlich in den Mittelmeerländern besitzt. Die Zahl der dort vorhandenen Arten und die Häufigkeit ihres Auftretens sind dort bedeutend höher als bei uns. Auch die für den hiesigen Acker- und Gartenbau schädlichen Vertreter der Gattung (*O. minor* und *O. ramosa*) sind zweifellos mediterranen Ursprungs. Hieraus und aus den relativ hohen Temperaturansprüchen der beiden Parasiten erklärt sich zwanglos, daß die bei uns durch den Kleetenfel

und Hanfwürger (*O. ramosa*) hervorgerufenen Schäden, im ganzen betrachtet, noch relativ gering sind und in keinem Verhältnis zu den Verheerungen stehen, die die behandelte *Orobanche crenata* in den Mittelmeerländern bei der Ackerbohne hervorruft.

Zitierte Literatur.

1. Beck-Managetta, G. Orobanchaceen in „Englers Pflanzenreich“, Bd. 96. Leipzig 1930.
2. Boissier, E. Flora orientalis IV. Genf 1879.
3. Hegi, G. Ill. Flora von Mitteleuropa VI, 1. München 1931.
4. Koch, L. Die Entwicklungsgeschichte der Orobanchen. mit besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehungen zu den Kulturpflanzen. Heidelberg 1887.
5. Mattei, G. E. Monografia della *Vicia Faba*. Bologna 1889.
6. Passerini, N. Germinabilità dei semi di *Orobanche*. Bull. Soc. Bot. It. Firenze 1908.

Abstammung und Heimat des Rettichs.

(Zur Geographie und Geschichte der Kulturpflanzen und Haustiere XV.)¹⁾

Von

E. Werth.

Mit 2 Abbildungen.

Gewöhnlich bezeichnet man heute den Rettich mit dem wissenschaftlichen Namen *Raphanus sativus* L. und leitet ihn als Kulturpflanze²⁾ von der Wildform *Raphanus raphanistrum* L. ab, das ist der allbekannte und als schädliches Unkraut verhaßte Hederich.

¹⁾ Vergl. I. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1929, S. 608 ff.; II. in Sitzungsber. d. Ges. Naturf. Freunde 1929, S. 342 ff.; III. ebenda, 1930, S. 264 ff.; IV. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1930, S. 504 ff.; V. in „Wein und Rebe“, 13. Jahrg., Heft 1; VI. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1932, S. 539 ff.; VII. in Sitzungsber. d. Ges. Naturf. Freunde 1932, S. 445 f.; VIII. ebenda, S. 447 ff.; IX. in Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1933, S. 301 ff.; X. ebenda, S. 501 ff.; XI. ebenda, 1934, S. 619 ff.; XII. Sitzungsber. d. Ges. Naturf. Freunde 1935, S. 273 ff.; XIII. (fälschlich XII. bez.) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1936, S. 621 ff.; XIV. (fälschlich XIII. bez.) „Angewandte Botanik“, Bd. XIX, 1937, S. 42 ff.

²⁾ Aus dem lateinischen Namen radix (bei Columella) für den Rettich („Radi“) schließt man, daß seine Kultur erst durch die Römer nördlich der Alpen eingeführt ist. Heute ist Mittel- und Süddeutschland, zumal in Bayern die Gegend um Regensburg, ein bevorzugtes Gebiet der Rettichkultur.

In der Tat sind die Unterschiede zwischen beiden nicht unerheblich und scheinen die artliche Trennung zu rechtfertigen; ja, es gibt Forscher, die beide gar in verschiedene Gattungen bringen. Die Unterschiede zwischen Hederich und Rettich (wozu auch das Radieschen gehört) sind nun aber im wesentlichen derartige, wie sie uns auch sonst als Unterschiede zwischen Wild- und Kulturpflanzen bekannt sind. Und gerade bei unseren Objekten sind sie so eindeutig und klar, daß sie ein besonders schönes Beispiel dafür abgeben, uns den Begriff Kulturpflanze überhaupt und das Werden einer solchen dem Verständnis näherzubringen. Aus diesem Grunde, d. h. unter der Voraussetzung, daß die unterscheidenden Merkmale beim Rettich erst in und durch die Kultur des Menschen bewirkt und zustande gekommen sind, sind dann die beiden Pflanzen neuerdings von den Autoren auch vielfach in eine einzige — nunmehr nach der Wildform benannte — Art zusammengezogen worden. Ja, man wird dazu geradezu gezwungen, wenn man den ganzen in Betracht kommenden Formenkreis mit allen seinen geographischen Unterformen (Unterarten und Varietäten) berücksichtigt. Ohne dem wird man aber auch der Frage der Herkunft des Rettichs nicht gerecht werden können.

Die Gattung *Raphanus* unterscheidet sich von den meisten der mit ihr in der Familie der Kreuzblütler vereinigten Pflanzengruppen



Abb. 1. Rettich (links) und Hederich (rechts u. unten).

Oben links: reife Frucht des Kulturrettichs. Oben rechts: ebenso des Wildrettichs = Hederich. Unten links: Rettichfrucht durch Vögel aufgeklaut und der Samen beraubt. Unten rechts: Hederichfrucht, in die einzelnen Glieder zerfallend und sich so selbst aussäend. Alles natürliche Größe.

grundsätzlich im Bau der Frucht. Bei *Raphanus* springen nämlich nicht, wie sonst in der Familie, die Schoten auf und verstreuen die Samen, sondern bleiben geschlossen und die Samen können nur mechanisch daraus (durch Menschen oder Tiere befreit werden (Abb. 1, links) oder aber die Schoten zerbrechen bei der Reife als sogenannte „Gliederschote“ quer in die einzelnen, je einen Samen umschließenden Glieder (Abb. 1, rechts). Ersteren Modus sehen wir beim Kultur-Rettich, letzteren bei der Wildform (Hederich) verwirklicht. Grade dadurch wird der Hederich zu einem so sehr unangenehmen Unkraut, indem die reifen Schotenstücke sich in Form und Größe den Getreidekörnern angleichen und namentlich aus Gerste bei der Reinigung sehr schwer zu entfernen sind.

Vom ökologischen Standpunkte aus bedeutet die absolute Schließfrucht des Garten-Rettichs gegenüber der in einzelne einsamige Glieder zerfallenden des Hederichs den Verlust des natürlichen Verbreitungsmittels der Samen. Das ist dasselbe, was wir auch bei zahlreichen anderen Kulturpflanzen verschiedenster systematischer Verwandtschaftskreise beobachten, wie z. B. bei unseren wichtigsten Getreidearten: Weizen und Roggen, wo die Wildpflanzen und primitiven Kulturformen bei der Reife die Ährenspindel in einzelne — ein oder zwei Körner tragende — Glieder zerfallen lassen, während der gewöhnliche Kulturweizen wie der Roggen eine zähe Spindel haben, die erst in der Tenne beim Dreschen die Körner ausfallen läßt. Vom Standpunkte des Menschen und seiner Wirtschaft stellt die Schließfrucht eine sehr zweckmäßige Bildung dar, weil dadurch ein Verlust der Samen bei der Reife vermieden wird. Sie kann daher als durch (unfreiwillige) Auslese beim Einsammeln des Saatgutes entstanden betrachtet werden. Vom Standpunkt der Pflanze selbst dagegen liegt in der Schließfrucht eine höchst unzweckmäßig und verhängnisvoll organisierte Mißbildung vor, die der Pflanze eine selbständige Ausbreitung und damit die Existenz außerhalb der menschlichen Pflege fast unmöglich macht.

Abgesehen von der Frucht unterscheidet sich der Hederich des weiteren vom Kulturrettich durch das Fehlen der fleischigen Wurzel, der Knollenbildung, um derenwillen in erster Linie die Kulturpflanze gezogen wird. Hierzu ist jedoch zu bemerken, einmal, daß auch eine Varietät der Kulturform (*Raphanus raphanistrum*, Unterart *sativus*, *varietas exsuccus* Thellung) keine Knolle

ausbildet, dieser Unterschied also nur ein relativer ist. Auch geht die Knollenbildung beim Verwildern der Kulturpflanze zurück. Sie kann überhaupt als eine Folge direkter Bewirkung (Einfluß nährstoffreichen Bodens) aufgefaßt werden, so daß man die *Sativus*-Form (Kulturpflanze) danach als eine halbmonströse Kulturrasse ansehen kann. Auch die Blütenfarbe bildet keinen absoluten Unterschied zwischen Kulturrettich und Hederich. Sie ist bei ersterem weiß oder violett, beim letzterem in der Regel blaßgelb, bei einer Unterform desselben (f. *albus* Schübeler et Martens) jedoch ebenfalls weißlich oder selten blaß-bläulich, violett geädert. Wild- und Gartenrettich bastardieren leicht miteinander. Es entstehen dabei in der ersten Generation Zwischenformen, in der zweiten tritt (nach Selbstbefruchtung der Bastarde) eine Aufspaltung ein mit Überwiegen der Wildformmerkmale.

Noch mehr verwischen sich die Unterschiede zwischen Wild- und Kulturrettich, wenn wir den ganzen Formenkreis der Wildpflanze, d. h. neben dem gewöhnlichen Hederich auch die anderen Unterarten heranziehen. Hier nähert sich die Unterart *maritimus* durch „rübenförmig verdickte“ Wurzeln und Zwei- (bis Drei-) Jährigkeit der Kulturform (als Radieschen und Ölrettich, nur Sommergewächs, als Rettich ein- oder zweijährig), während die Unterart *landra* dadurch zu letzterer überleitet, daß ihre Unterform *fugax* Paoletti stark schwammige, zusammenfließende und sich schwer trennende Fruchtglieder hat. O. E. Schulz gibt von *maritimus* und *landra* ganz allgemein an, daß sie (wie die Kulturform) gleichfalls schwammig-verdickte Fruchtglieder haben, die sich schwer trennen, und will daher den Kulturrettich von den genannten Wildformen ableiten, und zwar das Radieschen von *R. landra*, den eigentlichen Rettich von *R. maritimus*. Die Unterart *rostratus* endlich hat völlig ungegliederte, bei der Reife in dickwandige, ohne Einschnürung aneinander stoßende, einsamige Glieder zerfallende oder auch (Unterform *pugioniformis* O. E. Schulz) überhaupt nicht zerbrechende Früchte. Andererseits wieder bildet die Kultur-Unterform *caudatus* (Südost-Asien) gelegentlich Früchte aus, die sich durch Auseinanderrücken der Samen und Bildung schwacher Einschnürungen den Wildformen nähern. In Form und Länge des Fruchtschnabels stimmen die Unterarten *segetum* und *landra* mit der Kulturform nahezu oder ganz überein, während *maritimus* kürzeren, *rostratus* aber viel längeren Spitzenteil der Frucht (Schnabel) aufweisen. Die Blütenfarbe der Kulturform:

weiß oder violett mit dunkleren Adern (nie rein gelb), kommt, wie schon gesagt, annähernd auch beim gewöhnlichen Hederich vor, und zwar scheinen im südlichen Gebiet im allgemeinen die weißblühenden, im Norden die gelbblütigen Formen vorzuherrschen. Bei der Wildform *maritimus* ist die Blüte gelb, bei *landra* ebenso, aber auch (seltener) weiß, bei *rostratus* violett, meist mit dunkleren Adern.

Bei dieser Verteilung der verschiedenen, die Kulturpflanze auszeichnenden Merkmale unter den Wildformen muß es ausgeschlossen erscheinen, die erstere von **einer** der wilden Rettichunterarten als Stammform ableiten zu können. Nur die Gesamtvariationsbreite der Gesamtwildart *Raphanus raphanistrum* kommt da in Betracht. Damit ergibt sich dann aber auch des weiteren, daß die Herausbildung bzw. -züchtung der Kulturform nur da erfolgt sein kann, wo die Gesamtvariationsbreite vorhanden ist, wo — um mit dem russischen Forscher Vavilov zu sprechen — die größte Formenmannigfaltigkeit herrscht. Wir müssen daher etwas näher auf die Verbreitung der Unterarten eingehen. Die nebenstehende Karte (Abb. 2) läßt sie mit einem Schlag überblicken und zugleich die Eigentümlichkeiten der einzelnen Verbreitungsgebiete (Areale) erkennen.

Raphanus raphanistrum Unterart *segetum* Clavaud, der gewöhnliche Hederich Hederich = Heidenrettich, im Sinne von Wildrettich geht (vgl. Karte, gezähnte Linie = Nord- und Südgrenze) im Gebirge wie im Norden ungefähr bis zur Grenze des Ackerbaus. Auch im europäischen Rußland kommt der Hederich (nach Fedtschenko und Fejorow) „überall“ in den Saaten vor und geht östlich ungefähr bis zur Wolga (O. E. Schulz). In Anbetracht seines Vorkommens bei uns fast ausschließlich an künstlichen Standorten (Kultur- und „Ödland“) kann der Hederich in Mitteleuropa nicht zur urwüchsigen Flora, sondern nur zur Gruppe der seit prähistorischen Zeiten¹⁾ eingebürgerten Kulturlandbewohner (Archäophyten) gerechnet werden. Seine Urheimat ist wohl im

¹⁾ Aus einem bronzezeitlichen Hügelgrabe der Insel Sylt konnte ich die Schotenglieder und Samen des Hederich bestimmen. Die große Menge, in der diese dort gefunden waren, läßt vielleicht die Vermutung berechtigt erscheinen, daß zu jener Zeit die Früchte bzw. Samen des Wildrettichs zwecks Ölbereitung gesammelt wurden, wie noch heute dieselben nach L. Wittmack: Landwirtschaftl. Samenkunde, Berlin 1922 den Hauptbestandteil der sogen. Ravissou-Samen bilden, die als Ausputz aus Getreide von Südrußland zur Ölgewinnung in den Handel kommen.

Mittelmeergebiet zu suchen, wo der Hederich auch außerhalb der menschlichen Kulturen an sandigen Stellen, Rasenplätzen, Weiden usw. auftritt. Als Fundgebiete werden aus den europäischen Mittelmeerländern angegeben: Südspanien, französisches Mittelmeergebiet, Sardinien, Sizilien, ligurisch-tyrrhenische Florenprovinz, Griechenland (Thessalien, Insel Skopelos, Petalische Inseln, Attika, Melos usw.) (O. E. Schulz). In Mitteleuropa dürfte also der Hederich erst mit dem Getreidebau eingewandert sein. So ist er heute



Abb. 2. Verbreitung der wilden Rettichformen.

durch fast ganz Europa — mit Ausnahme der Gebiete der Renn-
tiernomaden im Norden — in Nordafrika (Marokko [Tanger, Rabat],
Algerien [Marengo, Alger, Mouzaïaville, Hussein-Dey], Tunesien
[Tunis], Tripolitanien [Tripolis], in Ägypten sehr selten), in Klein-
Asien (Konstantinopel, Troas, Insel Chios, Phrygien, östlicher
Taurus, Armenien, armenisch-iranische Mediterranprovinz) und
Syrien nebst Cypern wie Nord-Mesopotamien (Biredjik), nach
Busch auch im Kaukasus und in Transkaukasien, auf Kulturland
zu finden. Auch von Teneriffa, Gran Canaria und Madaira wird
diese Unterart angegeben (O. E. Schulz).

Raphanus raphanistrum Unterart *maritimus* Thellung be-
wohnt (vgl. Karte, unterbrochene Linien — Nord- und Südgrenze)
die atlantischen Küsten von England, Schottland, Irland, Holland,
der Normandie und der Bretagne sowie Nordwest-Spanien, die
Küsten und Inseln des europäischen Mittelmeergebietes (Spanien,
Balearen, Sardinien, Sizilien, Riviera, Italien) und die Nordküste
des Schwarzen Meeres (Odessa, Krim) bis Transkaukasien und
Trapezunt, ferner die Azoren, Marokko, Algerien und schließlich
(nach E. N. Sinskaja) Palästina. Die Unterscheidung der Unter-
arten *maritimus* und *landra*: *Raphanus raphanistrum* Unterart
landra Bonnier (*landra* ist die volkstümliche Bezeichnung der
Pflanze in Italien, wo sie als Salat benutzt wird) ist sehr schwierig
und unsicher. Da sich die Verbreitungsgebiete beider nach un-
serem bisherigen Wissen weithin decken und im Schrifttum vielfach
nicht klar auseinander gehalten werden können, wir sie, unbe-
schadet unserer Fragestellung in einen Formenkreis zusammen-
ziehen. Nach O. E. Schulz ist *landra* als die Landform der sonst
mehr die Küsten bewohnenden Unterart *maritimus* zu betrachten.
Landra wird als heimisch im europäischen Mittelmeergebiet: von
den Azoren, Süd-Frankreich und Spanien über die Balearen,
Sizilien (var. *dasycarpus*), die Riviera und Italien bis nach Görz,
Dalmatien (Cattaro) und Griechenland (Korfu, Lesbos), Bulgarien
(Sliven) sowie im westlichen Nord-Afrika (Algerien, Tunesien) an-
gegeben, auch in Triest und in Krain — vielleicht auch in Süd-
tirol (Bozen) — dürfte sie ursprünglich zu Hause sein.

Die letzte hier in Betracht kommende selbständige Unterart
ist *Raphanus raphanistrum rostratus* Thellung (vgl. Karte, schwarze
Punkte = Fundorte). Sie ist in Vorder-Asien, von Syrien (Saida,
Nord-Galliläa, nach O. E. Schulz, in der var. *pugioniformis*) bis
zum Kaspi-See (nach Busch: in der Provinz Talysch [sandiges

Meeresufer und Salzwiesen] und auf der Insel Sara im Kaspi-See, nach O. E. Schulz: bei Lenkoran am Kaspi-See gefunden), beheimatet und kommt nach neueren Feststellungen auch noch in Griechenland (nach O. E. Schulz: *Argolis* und, als var. *pugioniformis*, auf den Inseln Euböa und Skopelos) ursprünglich heimisch vor.

Die Unterform *microcarpus* Thellung, von Frankreich, Portugal und wie es scheint auch Spanien und Nordwest-Afrika (Algerien [Oran]), durch besonders zierliche Früchte von dem Typus *segetum* verschieden, kann mit diesem zusammengefaßt werden. Ebenso wird die von den russischen Forschern unterschiedene Form *odessanus* Sprengel meist zur Unterart *maritimus* gezogen. Die Unterart oder Varietät *odessanus* ist nach Fedtschenko und Fejorow im Süden Rußlands, am Ufer des Schwarzen Meeres, auf der Krim usw. gefunden worden. Nach Busch bewohnt dieselbe Form marine Sandfelder des Schwarzen Meeres in Taurien, kommt ferner im Kaukasus und Transkaukasien vor. *Maritimus* ist damit neben dem gewöhnlichen Hederich (*Raphanus raphanistrum* L. oder *segetum* Clavaud) die wichtigste Unterart der gesamten Wildformen.

Es ergibt sich aus dem Vorstehenden und einem Blick auf die Karte zunächst, daß nur ganz im Südosten, im asiatischen Verbreitungsgebiet der Wildformen, die ganze Variationsbreite vertreten ist, daß aber weiter nach Westen, Nordwesten und Norden die als Unterarten der Gesamtwildform unterschiedenen Varianten auseinander strahlen. Daß dies in erster Linie durch die klimatische Anpassungsfähigkeit der einzelnen Varianten bedingt ist, ist weiterhin aus unserer Karte leicht zu ersehen. Die Nordgrenze von *segetum* — fast mit der Nordgrenze des Ackerbaus übereinstimmend — hält sich nahe der Wärmelinie 15° Juli. Das heißt, als — bei uns — einjähriges Gewächs braucht diese Unterart zum mindestens einen, durch eine mittlere Juli-Temperatur von 15° charakterisierten Sommer zur Reifung ihrer Früchte und damit Sicherung ihrer Nachkommenschaft. Ihre Polargrenze ist eine Reifegrenze. Ganz anders bei *maritimus* bzw. *landra*. Obwohl im Norden Schottlands die Grenzen dieser und der vorigen Unterart sich decken, geht doch die von *maritimus* (einschließlich *landra*) von hier aus fast senkrecht südwärts, um erst im Mittelmeergebiet sich nach Osten zu wenden. Sie ist so eine ausgesprochene Kältengrenze, im Verlauf nahe übereinstimmend mit der

+ 4° Januar-Temperaturlinie. Die durch diese Polargrenze bezugte Winterempfindlichkeit der *maritimus* (und *landra*)-Form steht ohne Zweifel mit im Zusammenhang mit der Mehrjährigkeit der Pflanze. Das Verbreitungsgebiet der Unterart *rostratus* endlich ist noch mehr eingeengt. Sie braucht ein fast wüstenhaft heißes Klima, mit Beschränkung der Vegetationszeit auf Winter und Frühjahr (und fast absoluter Dürre im Sommer) zu ihrem Gedeihen. Klimatisch geht ihr Areal nicht unter ein Juli-Mittel von 27° C hinaus (vgl. Karte). Diese Temperatur ist es, die umgekehrt den Formen *maritimus* + *landra* und *segetum* nach Süden ungefähr eine Grenze setzt.

So kommt es, daß die gesamte Variationsbreite der Wildformen des Rettichs sich nur in den heißen Ländern südöstlich von Europa entfaltet. Und auch nur hier kann daher nach dem Vorhergehenden die Inkulturnahme des Rettichs erfolgt sein. Dieser mag von *maritimus* die Wurzel, von *rostratus* die Blütenfarbe — von welchen beiden, als Bastard, Thellung die Kulturform ableiten will —, von *segetum* die Form des Fruchtschnabels und vor allem die breite klimatische Einstellung (ein Faktor, der bisher bei den Auseinandersetzungen über die Herkunft unserer Kulturpflanze ganz vernachlässigt worden ist) und von *landra* oder *rostratus*, die sich ihm durch die Neigung zur Ausbildung ungegliederter Schließfrüchte nähern, die Frucht selbst übernommen haben und die entsprechenden Eigentümlichkeiten durch die (unbewußte) Auswahl des anbauenden Menschen weitergezüchtet haben. Aber aus einer Unterart — welche es auch sei — allein kann der Kulturrettich nicht hervorgegangen sein: dazu gehörte die Gesamtwildart. Aus der Vermischung ihrer Charaktere und Eigenschaften konnte erst — durch Kombinationszüchtung, wie wir heute zu sagen pflegen — der Kulturrettich einschließlich Radieschen entstehen.

Das Gebiet der gesamten Variationsbreite der Rettich-Wildformen endet (nach unserer Karte) im Südosten am Kaspi-See (wo alle Nord- wie Südgrenzen zusammenlaufen). Da die dortigen klimatischen und sonstigen Umweltverhältnisse auch südlich und östlich vom Kaspi-See noch weiterhin zu finden sind, so ist es nicht sehr wahrscheinlich, daß die drei Hauptunterarten hier alle zusammen die wirklichen Grenzen haben. Auch Hegi hält es für möglich, daß die Wildformen in Asien weiter verbreitet sind, als die bisherigen Angaben der Floren erkennen lassen, da sie leicht für verwilderte Gartenrettiche gehalten sein könnten.

Dieselbe Vorstellung wird auch wachgerufen durch die Tatsache eines sehr alten bzw. intensiven Anbaus der Gartenrettiche in Indien, China und Japan, weitab von der bis jetzt bekannten Ost- und Südostgrenze der geschilderten Wildformen. Die verschiedenen selbständigen Namen für den Rettich in den Ländern in Süd- und Südost-Asien, in den semitischen, indischen, cochinchinesischen Sprachen, im Chinesischen und Japanischen usw. sprechen für ein hohes Alter der Kultur in diesen Gebieten. Der „Schlangenrettich“ (*Raphanus raphanistrum* Unterart *caudatus* L.) schließt sich als Kulturform eng an *Raphanus raphanistrum* Unterart *sativus* an und ist die Tropenform unseres Kulturrettichs, dessen lange Schoten im jugendlichen Zustande in Ostindien, Java u. a. O., zusammen mit den Blättern, als Gemüse beliebt sind. In China wird die Kulturform *oleifer* zur Ölbereitung im großen angebaut; die Samen derselben enthalten 40—50 % ölige Substanzen. Das Rettichöl ist jedoch nur zum Brennen tauglich; es entwickelt dabei viel Rauch bzw. Ruß, den die Chinesen zur Verfertigung ihrer Tusche gebrauchen. Nach Bretschneider ist das Vorkommen des Rettichs in China um das Jahr 1100 v. Chr. historisch bezeugt.

Linné hatte sogar in China die Heimat des Kulturrettichs sehen wollen. Vielleicht liegt einer solchen Vorstellung die irrige Annahme zugrunde, daß der, wie eben gesagt, besonders in China kultivierte Ölettich (eine dünnwurzlige Form der Kulturpflanze, *Raphanus raphanistrum* Unterart *sativus* subvar. *oleifer* Metzger) die Stammpflanze sein könne. Der Anbau des Speise- wie des Ölettichs ist aber z. B. in Ägypten nachweisbar noch älter (naturgetreu dargestellt auf einem Wandgemälde im Tempel zu Karnak, 12. Dynastie — 2000 bis 1800 v. Chr. —) als in China. Herodot (L. II, 25) berichtet sogar, daß laut einer zu seiner Zeit an der Pyramide des Cheops (2700 v. Chr.) noch vorhandenen Inschrift den beim Bau der Pyramide beschäftigten Fronarbeitern als Zuskost neben Zwiebeln und Knoblauch auch Rettiche verabreicht wurden (vgl. Woenig a. a. O.). Auch damit muß die Annahme eines ostasiatischen Ursprungs der Rettichkultur ganz unbegründet erscheinen. Dennoch will neuerdings auch die russische Forscherin E. N. Sinskaja das Ausgangszentrum der Kultur unserer Pflanze — indem sie auf die große dortige Formenmannigfaltigkeit des Kulturrettichs hinweist — wieder nach Ostasien verlegen und die Kulturform auf die dortige (japanische) Wildform *Raphanus*

raphanistrum Unterart *raphanistroides* Makino (= *acanthiformis* More) zurückführen, die dem japanischen Kulturrettich sehr nahe stehen soll. Allein die isolierte geographische Stellung, die die genannte wilde Unterart zeigt, durch riesige Ländergebiete von den anderen Formen getrennt, machen die Hypothese Sinskajas äußerst unwahrscheinlich. Ja, man kann dabei den Verdacht nicht ganz von der Hand weisen, daß die *raphanistroides*-Form möglicherweise nur eine Variation der *raphanistrum (segetum)*-Form sein könnte, von der es für das benachbarte Festland (Amur-Gebiet) ausdrücklich heißt, daß sie dort nur eingeschleppt und nicht ursprünglich heimisch ist. Auch Trouard-Riolle möchte die bis kopfgroßen Japanischen Rettiche in Ostchina und Japan von der japanischen Wildform ableiten, verlegt aber dennoch die Heimat des europäischen Rettichs und Radieschens nach Vorderasien. Und Vavilov betont die Ähnlichkeit des afghanischen mit dem chinesischen Rettich, welch ersterer eine Zwischenform zwischen europäischem und japanischem bilde, namentlich in bezug auf die Frucht, die beim japanischen gegliedert ist (Wildmerkmal), beim afghanischen teils so, teils ungegliedert wie beim europäischen Kulturrettich. Jedenfalls spricht auch das wieder für Wildeinschlag beim Japanischen Rettich.

Auf Grund unserer bisherigen Kenntnisse dürfen wir also nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen aller Wahrscheinlichkeit nach das Richtige treffen mit der Behauptung, daß die erste Inkulturnahme des Rettichs in Vorderasien erfolgt ist. Je weiter wir dabei — auf Grund einer etwaigen zukünftigen Erweiterung unserer Kenntnisse der Verbreitungsgebiete der Wildformen — die spezielle Örtlichkeit nach Osten verlegen (in Anbetracht der frühen Kultur in Südost-Asien), um so eher werden wir das Richtige treffen. Ja nach den russischen Forschungen in Afghanistan schließt die große Formenmannigfaltigkeit und die Verbreitung der Rettichkultur in Afghanistan, Nordwest-Indien usw. die Möglichkeit nicht aus, daß die genannten Länder als Ursprungsgebiet der Rettichkultur in Betracht kommen können.

Schrifttum.

Bretschneider. Botanicon sinicon, Vol. II.

Busch, N. Flora caucasica critica. Dorpat 1908.

—, Flora sibiriae et orientis extremae. Leningrad 1915.

Fedtschenko, B. A. Flora von Turkestan. Petrograd 1915.

— und Fejerow. Flora des europäischen Rußland. Petersburg 1910.

- Hegi, G. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München 1906—1931. Bd. IV, 1.
- Hermann, F. Flora von Deutschland und Fennoskandinavien. Leipzig 1912.
- Komarow, V. L. Key of the plants of the far eastern region of the USSR. Leningrad 1932.
- Krylow, P. Flora altaica. Tomsk 1908.
- Schulz, O. E. Cruciferae-Brassicaceae, in „Das Pflanzenreich“ von A. Engler. Bd. IV, 105, Teil 1. Leipzig 1919. S. 194ff.
- Sinskaja, E. N. The wild radish from the sea-coast of Japan in connection with the problem of origin of the cultivated forms belonging to the genus *Raphanus*. Bulletin of applied Botany, of Genetics and Plant-breeding. XXVI. Volume. Leningrad 1931. S. 37ff.
- Thellung, A. Die Abstammung der Gartenmöhre und des Gartenrettichs, Fedde's Repertorium specierum novarum, Beihefte, Bd. XI.VI. Berlin 1927.
- Trouard-Riolle, Y. Recherches morphologiques et biologiques sur les radis cultivés. Annales de la Science agronomique. Paris, 4. Serie, 3. Jahrg., 1914.
- Vavilow, N. I. Agricultural Afghanistan. Suppl. 33 des Bulletin of applied Botany. Leningrad 1929.
- Woenig, Fr. Die Pflanzen im alten Ägypten. Leipzig 1886. S. 216/17.

Gibt es eine sorteneigentümliche Auflaufgeschwindigkeit bei Kartoffeln?

Von

H. Braun, Berlin-Dahlem.

Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

Wenn Pflanzen im Jugendstadium durch den Angriff von Schädlingen bedroht sind, kommt alles darauf an, den Aufgang auf jede Weise zu beschleunigen. Wahl der Saatzeit und Art der Bodenbearbeitung können bekanntlich in hervorragender Weise zur Erreichung dieses Zieles beitragen. Bei Pflanzenarten, deren Aufgang sich über einen längeren Zeitraum erstreckt, erhebt sich außerdem die Frage, ob etwa auch durch zweckentsprechende Sortenwahl die Möglichkeit gegeben ist, einen schnelleren Aufgang zu erreichen. Zu diesen Arten gehört die Kartoffel. Opitz¹⁾ gibt an, daß vom Auslegen der Pflanzkartoffeln bis zu ihrem Auflauf etwa 20 bis 30 Tage verstreichen. Über derartige allgemein gehaltene Angaben

¹⁾ Opitz, K.. Der Kartoffelbau. In Handbuch der Landwirtschaft Bd. 3. Berlin 1930, S. 129.

hinaus finden sich aber in der Literatur nur wenige Anhaltspunkte, die beurteilen lassen, ob dieser von den verschiedensten Außeninflüssen abhängige Schwankungsbereich einheitlich für alle Kartoffelsorten gilt, oder ob ähnlich wie in der Reifezeit auch in der Auflaufgeschwindigkeit konstante Unterschiede zwischen ihnen bestehen, ob es also einerseits schnell und andererseits langsam auflaufende Sorten gibt. Nach den Erfahrungen der Züchter muß mit solchen Unterschieden gerechnet werden. Die Sortenbeschreibungen enthalten jedoch keinerlei entsprechende Andeutungen. In dem wissenschaftlichen Schrifttum begegnet man nur ganz vereinzelt Hinweisen, die diese Frage kurz berühren. Kaltschmidt¹⁾ glaubt sich bei den Versuchen, die der Erfassung der Knollengröße als Fehlerquelle bei Sortenversuchen gelten, zu der Feststellung berechtigt, daß „der Aufgang der Sorten entsprechend der Reifezeit“ erfolgte, ohne daß freilich dafür zahlenmäßige Unterlagen beigebracht werden. In die gleiche Richtung weist die vorerst auch noch als zutreffend zu beweisende Auffassung von Wartenberg²⁾, der von schnellem Aufgehen als einer der beliebten Eigenschaften der Frühsorten spricht. Im Gegensatz zu diesen beiden Autoren kommt Norden³⁾ bei seinen „Untersuchungen über den Entwicklungsrhythmus von Kartoffelsorten verschiedener Reifezeit“ zu dem Ergebnis, daß „zwischen Reifezeit und Auflaufgeschwindigkeit der einzelnen Sorten, welcher Reifeklasse sie auch angehören, keine Beziehungen zu bestehen scheinen“. Während er hier nur von den scheinbar fehlenden Beziehungen zwischen Auflaufgeschwindigkeit und Reifezeit spricht, formuliert er seine Ansicht in der Zusammenfassung merkwürdigerweise folgendermaßen: „Die geprüften 19 Sorten verschiedener Reifezeit wiesen keine Unterschiede in ihrer Auflaufgeschwindigkeit auf.“ Er scheint damit seine anfangs ausgesprochene Vermutung bestätigen zu wollen: „Der Aufgang als vergleichendes Sortenmerkmal wird nur einen beschränkten Wert haben können, weil Saatbeet, Tiefenlage der Knollen und Witterung in jeder Weise einen Einfluß besitzen.“ In Wirklichkeit sprechen jedoch die von ihm vorgebrachten Zahlenwerte, deren Zuverlässigkeit infolge Fehlens

¹⁾ Kaltschmidt, W., Beitrag zur Frage: Die Knollengröße der Kartoffel als Fehlerquelle bei Sortenversuchen. *Pflanzenbau* 3, 1927, 284.

²⁾ Wartenberg, H., Probleme der Forschungen über den Anbau der Kartoffel. *Züchter* 9, 1937, 37.

³⁾ Norden, E., Untersuchungen über den Entwicklungsrhythmus von Kartoffelsorten verschiedener Reifezeit. *Landw. Jahrb.* 69, 1929, 665, 690.

jeglicher Erläuterungen über die Art ihrer Gewinnung und ihrer Variabilität sich allerdings nicht nachprüfen läßt, eher für eine sortenunterschiedliche Auflaufgeschwindigkeit, über deren Brauchbarkeit als vergleichendes Sortenmerkmal damit natürlich nichts gesagt ist. Die Einschränkungen, die hinsichtlich der Brauchbarkeit des Zahlenmaterials von Norden für die Beantwortung der hier aufgeworfenen Frage gemacht werden müssen, gelten auch für die Dauer des Auflaufs, wie sie beispielsweise aus den Daten in den Berichten über die Ergebnisse der Kartoffelsortenvorprüfungen errechnet werden kann, oder wie sie Opitz und Mitarbeiter¹⁾ in ihren Untersuchungen über den Einfluß der Pflanzzeit auf den Entwicklungsrhythmus angeben.

Um die Frage, ob es eine sorteneigentümliche Auflaufgeschwindigkeit bei Kartoffeln gibt, einwandfrei klären zu können, habe ich im Jahre 1934 Versuche eingeleitet, die 1935 auf etwas breitere Grundlage gestellt worden sind und deren Ergebnisse hier kurz wiedergegeben seien, obwohl eine in jeder Hinsicht erschöpfende Antwort noch nicht gegeben werden kann. Es kam mir vorerst nur darauf an, einmal durch exakte Versuchsanstellung zu entscheiden, ob Sorten, die unter normalen und einheitlichen Bedingungen ausgepflanzt sind, unterschiedlich schnell auflaufen. Läßt sich das einwandfrei nachweisen, so muß die Ursache dieser Erscheinung auf jeden Fall in dem Pflanzgut verankert sein. Sie braucht dann allerdings noch nicht unbedingt, zum mindesten nicht in vollem Ausmaß, der Ausdruck einer Sorteneigentümlichkeit zu sein. Bekanntlich übt die Herkunft des Saatgutes oft einen entscheidenden Einfluß auf seine Entwicklung aus, eine Beziehung, die gerade bei der Kartoffel besonders stark ausgeprägt ist. Vernachlässigung der Herkunft kann deshalb zu völlig irrigen Schlußfolgerungen führen, indem sortenunterschiedliche Auflaufgeschwindigkeit keine Sorteneigentümlichkeit ist, sondern nur die Folge verschiedener, und zwar sortenweise verschiedener Herkunft. Um vor einem derartigen Trugschluß bewahrt zu bleiben, ist es deshalb unerläßlich, nicht nur für einheitliche Bedingungen während des Aufgehens Sorge zu tragen, sondern auch eine einheitliche Herkunft des gesamten Pflanzgutes zu verwenden. Wird unter diesen Voraussetzungen ein sortenweise verschieden schnelles Aufgehen fest-

¹⁾ Opitz, K. und Mitarb., Beiträge zum Kartoffelbau, insbesondere zum Abbauproblem. Landw. Jahrb. 79, 1934, 754.

gestellt, so kann an einer sorteneigentümlichen Auflaufgeschwindigkeit nicht mehr gezweifelt werden. Über die Möglichkeit ihrer praktischen Auswertung ist damit freilich noch gar nichts gesagt. Dafür ist entscheidend einmal, wie groß die Unterschiede in der Auflaufgeschwindigkeit überhaupt sind, zum andern und vor allem, wie weit die Auflaufgeschwindigkeit durch die Herkunft des Pflanzgutes und durch veränderte Außenbedingungen beeinflusst wird, ob etwa mit einer mehr oder weniger weitgehenden Verschiebung und Verdeckung der Unterschiede gerechnet werden muß. Der Frage nach der Bedeutung der Herkunft für die Auflaufgeschwindigkeit bin ich durch Heranziehung von drei verschiedenen Herkünften nachgegangen, während ich den Einfluß der Außenbedingungen wenigstens andeutungsweise durch Beobachtung einiger Sorten in zwei aufeinanderfolgenden Jahren zu erfassen versucht habe.

Als Pflanzgut diente das bei den Schorfprüfungen der Biologischen Reichsanstalt auf den Anbaustellen in Buschow, Leimnitz und Vehlfeanz anfallende Erntematerial. Aus der Ernte von 1934 standen für den Anbau 1935 insgesamt 19 Sorten zur Verfügung, von denen 16 mit je 3 und 3 mit je 2 Herkünften vertreten waren. Für den Versuch 1934 konnten von den gleichen Sorten nur 5 mit je 3 und 5 mit je 2 Herkünften herangezogen werden, während von 9 nur je 1 Herkunft greifbar war. Da es sich lediglich um die Feststellung der Auflaufgeschwindigkeit handelte, konnte auf die für Freilandversuche sonst übliche parzellenweise Anlage verzichtet werden. Statt dessen wurde eine Versuchsanstellung gewählt, die für die hier zu lösende Aufgabe zweifellos viel geeigneter ist, weil sie die Zusammendrängung des ganzen Versuchs auf kleinste Fläche und damit eine wesentlich gleichmäßigere Gestaltung der Versuchsbedingungen ermöglicht. Die meist etwa 50 Knollen jeder Herkunft und Sorte wurden einzeln einheitlich numeriert, dann alle zusammengeworfen und nach gründlicher Durchmischung willkürlich auf dem Dahlemer Versuchsfeld im Verband 60×50 cm ausgepflanzt, wobei die Nummer der in jedes Pflanzloch gelangenden Knolle notiert wurde. Diese Art der Versuchsdurchführung bringt auch den großen Vorteil einer völlig unbeeinflussten Beobachtung mit sich, da ja bei der Aufzeichnung des Auflauftages weder Herkunft noch Sorte der einzelnen Knolle bekannt sind. Sie erlaubt weiter die Anwendung der Korrelationsrechnung, die gerade bei Erhebungen wie den hier geplanten besonders wertvolle Ergebnisse zeitigen kann.

Tabelle 1. Mittlere Auflaufgeschwindigkeit 1935 in Tagen. (Pflanztag 30. 4. 1935.)
Anordnung der Sorten mit abnehmender mittlerer Auflaufgeschwindigkeit. () = Anzahl der nicht aufgelaufenen Knollen.

Herkunft Buschow		Herkunft Leimnitz		Herkunft Vohlfanz	
Regina	28,31 ± 0,36	Ostragis	27,77 ± 0,19	Ostragis	27,58 ± 0,15
Merkur	28,31 ± 0,33	Regina	28,04 ± 0,23	Mittelfrühe	28,31 ± 0,17
Abendstern	28,49 ± 0,30	Abendstern	28,35 ± 0,33	Rheingold	28,43 ± 0,22
Majus	29,43 ± 0,28	Merkur	28,41 ± 0,43	Abendstern	28,47 ± 0,29
Herbstgelbe	29,58 ± 0,44	Mittelfrühe	28,57 ± 0,23	Merkur	28,57 ± 0,33
Brennragis	29,60 ± 0,29	Rheingold	29,00 ± 0,29	Regina	28,59 ± 0,55
Goldwährung	29,97 ± 0,39	Goldwährung	29,30 ± 0,37 (1)	Herbstgelbe	29,22 ± 0,50
Sandkönig	30,08 ± 0,53	Brennragis	29,59 ± 0,26 (1)	Goldwährung	29,62 ± 0,38
Ostragis	30,13 ± 0,49	Majus	30,19 ± 0,32	Brennragis	29,84 ± 0,40
Rheingold	30,24 ± 0,48	Golfragis	30,26 ± 0,69	Sandkönig	30,31 ± 0,37
Altgold	30,56 ± 0,37 (1)	Altgold	30,38 ± 0,34	Altgold	30,85 ± 0,36
Goldgelbe	31,02 ± 0,64	Goldgelbe	30,76 ± 0,32	Robinia	31,16 ± 0,40
Mittelfrühe	31,35 ± 0,70	Sandkönig	31,14 ± 0,48 (1)	Majus	32,06 ± 0,81
Voran	31,88 ± 0,47 (7)	Voran	31,57 ± 0,52 (1)	Herkules	32,49 ± 0,34
Robinia	32,54 ± 0,46	Herkules	32,00 ± 0,44 (1)	Voran	32,71 ± 0,75
Edelragis	32,70 ± 0,41 (1)	Robinia	32,29 ± 0,54	Treff As	36,33 ± 0,56
Herkules	32,72 ± 0,42	Treff As	35,56 ± 0,55	Golfragis	37,10 ± 1,20 (6)
Golfragis	34,10 ± 1,02 (12)	Edelragis	36,44 ± 0,31 (3)		
Treff As	37,46 ± 1,19 (2)				
Durchschnitt	30,82 ± 0,14	Durchschnitt	30,51 ± 0,13	Durchschnitt	30,57 ± 0,15
Korrelationskoeffizient	+ 0,4426 ± 0,0261	Korrelationskoeffizient	+ 0,5478 ± 0,0251	Korrelationskoeffizient	+ 0,5567 ± 0,0236

Tabelle 1 gibt die in der üblichen Weise berechnete mittlere Auflaufgeschwindigkeit im Jahre 1935 unter Berücksichtigung aller überhaupt aufgelaufenen Knollen wieder.

Wie die Zahlen erkennen lassen, weisen die Sorten in ihrer mittleren Auflaufgeschwindigkeit sehr erhebliche Unterschiede auf, die sich im Extrem für alle Sorten und Herkünfte zwischen 27,58 und 37,46 Tagen bewegen. Dieser Spielraum würde noch größer werden, wenn es möglich wäre, bei dieser zahlenmäßigen Auswertung die nicht aufgelaufenen Knollen zu berücksichtigen, deren Auflaufgeschwindigkeit ja theoretisch unendlich klein ist, auf jeden Fall also über dem höchsten ermittelten absoluten Wert liegt und dementsprechend den Wert der mittleren Auflaufgeschwindigkeit erhöhen würde. Nicht aufgelaufene Knollen finden sich aber, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, fast ausschließlich bei denjenigen Sorten, die ohnehin schon hohe Mittelwerte aufweisen, also langsam auflaufen.

Betrachtet man jede Herkunft für sich unter Anordnung der Sorten nach ihrer mittleren Auflaufgeschwindigkeit, so ergibt sich, daß unbeschadet des kontinuierlichen Anstiegs der Zahlenwerte eine Spitzen- und eine Schlußgruppe unterschieden werden können, zwischen deren End- bzw. Anfangsglied eine fehlerkritisch gesicherte Differenz besteht. Bei der Herkunft Buschow ergibt sie sich zwischen Herbstgelbe und Voran mit $2,30 \pm 0,64$, bei der Herkunft Leimnitz zwischen Rheingold und Goldgelbe mit $1,76 \pm 0,44$ und bei der Herkunft Vehlfeanz zwischen Regina und Altgold mit $2,26 \pm 0,66$. Errechnet man die Mittelwerte für die so entstandenen drei Gruppen, so gewinnt man folgendes Bild (s. S. 211).

Innerhalb jeder Herkunft sind also die mittleren Auflaufgeschwindigkeiten der drei Gruppen durch fehlerkritisch gesicherte Differenzen voneinander unterschieden. Die so gerichtete gruppenweise Aufteilung ließe sich zweifellos noch weiter treiben; für den hier verfolgten Zweck wäre damit aber nichts gewonnen. Vielmehr genügt die Feststellung, daß in der Auflaufgeschwindigkeit der untersuchten Sorten fehlerkritisch gesicherte Unterschiede bestehen und daß sich die Sorten auf Grund dieser Unterschiede zu Gruppen zusammenfassen lassen, die wiederum gesicherte Unterschiede aufweisen. Diese Beziehung zwischen Sorte und Auflaufgeschwindigkeit kommt auch eindeutig in dem Korrelationskoeffizienten zum Ausdruck. Er beträgt für die Herkunft Buschow $r = -0,4426 \pm 0,0261$, für die Herkunft Leimnitz $r = +0,5478 \pm 0,0231$ und für die

Reifezeit	Herkunft Buschow	Herkunft Leimnitz	Herkunft Vehlefanz		
msp.	$\left. \begin{array}{l} \text{Regina} \dots\dots\dots \\ \text{Merkur} \dots\dots\dots \\ \text{Abendstern} \dots\dots\dots \\ \text{Majus} \dots\dots\dots \\ \text{Herbstgelbe} \dots\dots\dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} 28,81 \pm 0,16 \\ \sigma = 2,61 \pm 0,11 \\ v = 9,1 \end{array}$	$\left. \begin{array}{l} \text{Ostragis} \dots\dots\dots \\ \text{Regina} \dots\dots\dots \\ \text{Abendstern} \dots\dots\dots \\ \text{Merkur} \dots\dots\dots \\ \text{Mittelfrühe} \dots\dots\dots \\ \text{Rheingold} \dots\dots\dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} 28,35 \pm 0,13 \\ \sigma = 2,23 \pm 0,09 \\ v = 7,9 \end{array}$	$\left. \begin{array}{l} \text{Ostragis} \dots\dots\dots \\ \text{Mittelfrühe} \dots\dots\dots \\ \text{Rheingold} \dots\dots\dots \\ \text{Abendstern} \dots\dots\dots \\ \text{Merkur} \dots\dots\dots \\ \text{Regina} \dots\dots\dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} 28,35 \pm 0,12 \\ \sigma = 2,15 \pm 0,09 \\ v = 7,6 \end{array}$		
mf.					
msp.					
Differenz $1,51 \pm 0,24$					
mf.-msp.					
msp.	$\left. \begin{array}{l} \text{Brennragis} \dots\dots\dots \\ \text{Goldwährung} \dots\dots\dots \\ \text{Sandkönig} \dots\dots\dots \\ \text{Ostragis} \dots\dots\dots \\ \text{Rheingold} \dots\dots\dots \\ \text{Altgold} \dots\dots\dots \\ \text{Goldgelbe} \dots\dots\dots \\ \text{Mittelfrühe} \dots\dots\dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} 30,32 \pm 0,18 \\ \sigma = 3,67 \pm 0,13 \\ v = 12,1 \end{array}$	$\left. \begin{array}{l} \text{Goldwährung} \dots\dots\dots \\ \text{Brennragis} \dots\dots\dots \\ \text{Majus} \dots\dots\dots \\ \text{Golfragis} \dots\dots\dots \\ \text{Altgold} \dots\dots\dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} 30,00 \pm 0,18 \\ \sigma = 2,87 \pm 0,13 \\ v = 9,6 \end{array}$	$\left. \begin{array}{l} \text{Herbstgelbe} \dots\dots\dots \\ \text{Goldwährung} \dots\dots\dots \\ \text{Brennragis} \dots\dots\dots \\ \text{Sandkönig} \dots\dots\dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} 29,73 \pm 0,21 \\ \sigma = 3,01 \pm 0,15 \\ v = 10,1 \end{array}$		
mf.					
msp.					
mf.					
Differenz $3,06 \pm 0,36$					
msp.	$\left. \begin{array}{l} \text{Voran} \dots\dots\dots \\ \text{Robinia} \dots\dots\dots \\ \text{Edelragis} \dots\dots\dots \\ \text{Herkules} \dots\dots\dots \\ \text{Golfragis} \dots\dots\dots \\ \text{Treff As.} \dots\dots\dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} 33,38 \pm 0,31 \\ \sigma = 5,18 \pm 0,22 \\ v = 15,6 \end{array}$	$\left. \begin{array}{l} \text{Goldgelbe} \dots\dots\dots \\ \text{Sandkönig} \dots\dots\dots \\ \text{Voran} \dots\dots\dots \\ \text{Herkules} \dots\dots\dots \\ \text{Robinia} \dots\dots\dots \\ \text{Treff As.} \dots\dots\dots \\ \text{Edelragis} \dots\dots\dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} 31,85 \pm 0,23 \\ \sigma = 4,28 \pm 0,16 \\ v = 13,4 \end{array}$	$\left. \begin{array}{l} \text{Altgold} \dots\dots\dots \\ \text{Robinia} \dots\dots\dots \\ \text{Majus} \dots\dots\dots \\ \text{Herkules} \dots\dots\dots \\ \text{Voran} \dots\dots\dots \\ \text{Treff As.} \dots\dots\dots \\ \text{Golfragis} \dots\dots\dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} 33,21 \pm 0,26 \\ \sigma = 4,85 \pm 0,19 \\ v = 15,0 \end{array}$		
sp.					
mf.					
sp.					
mf.					

Tabelle 2.
Standardabweichung 1935.

Herkunft Buschow			Herkunft Leimnitz			Herkunft Vellfauz		
Sorte	σ	v	Sorte	σ	v	Sorte	σ	v
Regina	$2,68 \pm 0,26$	9,6	Ostragis	$1,40 \pm 0,14$	4,8	Ostragis	$1,13 \pm 0,10$	4,1
Merkur	$2,39 \pm 0,24$	8,5	Regina	$1,67 \pm 0,17$	6,0	Mittelfröhe . .	$1,21 \pm 0,12$	4,3
Abendstern . .	$2,15 \pm 0,21$	8,0	Abendstern . .	$2,44 \pm 0,23$	8,6	Rheingold . . .	$1,57 \pm 0,16$	4,1
Majus	$1,98 \pm 0,20$	6,8	Merkur	$3,06 \pm 0,30$	10,4	Abendstern . .	$2,11 \pm 0,21$	7,4
Herbstgelbe . .	$3,07 \pm 0,31$	13,2	Mittelfröhe . .	$1,62 \pm 0,16$	5,7	Merkur	$2,44 \pm 0,24$	8,5
Brennragis . .	$2,03 \pm 0,20$	6,8	Rheingold . . .	$2,07 \pm 0,21$	6,9	Regina	$3,66 \pm 0,40$	12,8
Goldwährung . .	$2,94 \pm 0,27$	9,7	Goldwährung . .	$2,82 \pm 0,26$	9,6	Herbstgelbe . .	$3,54 \pm 0,35$	12,2
Sandkönig . . .	$3,77 \pm 0,38$	12,6	Brennragis . . .	$1,78 \pm 0,18$	6,0	Goldwährung . .	$2,78 \pm 0,26$	9,4
Ostragis	$3,07 \pm 0,32$	10,3	Majus	$2,33 \pm 0,23$	7,8	Brennragis . . .	$2,91 \pm 0,28$	10,1
Rheingold . . .	$3,37 \pm 0,34$	10,6	Golfragis	$4,92 \pm 0,49$	16,3	Sandkönig . . .	$2,46 \pm 0,26$	8,1
Altgold	$2,55 \pm 0,26$	8,2	Altgold	$2,48 \pm 0,24$	8,2	Altgold	$2,59 \pm 0,25$	8,4
Goldgelbe . . .	$4,78 \pm 0,46$	15,4	Goldgelbe	$3,20 \pm 0,32$	10,2	Robinia	$2,59 \pm 0,26$	8,6
Mittelfröhe . .	$5,21 \pm 0,50$	16,6	Sandkönig	$3,36 \pm 0,34$	10,4	Majus	$5,87 \pm 0,58$	18,3
Voran	$3,31 \pm 0,33$	10,2	Voran	$3,44 \pm 0,46$	10,4	Herkules	$2,35 \pm 0,24$	7,2
Robinia	$3,28 \pm 0,32$	10,1	Herkules	$3,09 \pm 0,31$	9,7	Voran	$5,42 \pm 0,53$	16,6
Edelragis . . .	$2,87 \pm 0,29$	8,9	Robinia	$3,83 \pm 0,38$	11,8	Treff As	$3,60 \pm 0,39$	9,9
Herkules	$3,07 \pm 0,29$	9,5	Treff As	$4,04 \pm 0,39$	10,7	Golfragis	$7,60 \pm 0,85$	20,4
Golfragis . . .	$6,60 \pm 0,72$	19,2	Edelragis	$2,22 \pm 0,22$	6,1			
Treff As	$6,83 \pm 0,85$	18,4						
Durchschnitt . .	$4,23 \pm 0,10$	13,7	Durchschnitt . .	$3,93 \pm 0,09$	12,9	Durchschnitt . .	$4,34 \pm 0,11$	14,2

Herkunft Vehlefanzen $r = +0,5567 \pm 0,0236$. Legt man die Rangordnung von Buschow zugrunde und setzt zu dieser die Rangordnungen von Leimnitz und Vehlefanzen gemeinsam in Beziehung, so erhält man sogar einen Korrelationskoeffizienten von $r = +0,6755 \pm 0,0549$. Demnach besteht eine enge und vielfach gesicherte Korrelation zwischen Auflaufgeschwindigkeit und Sortenzugehörigkeit. Daß andererseits die Auflaufgeschwindigkeit der einzelnen Knollen innerhalb einer Sorte mehr oder minder großen Schwankungen unterliegt, läßt die in Tabelle 2 wiedergegebene Standardabweichung deutlich erkennen.

Ihre Werte bewegen sich für alle Sorten und Herkünfte zwischen $1,13 \pm 0,10$ und $7,60 \pm 0,85$. Die Variabilität ist also sortenweise sehr verschieden. Auch hier ließen sich gesicherte Differenzen errechnen. Vergleichbar sind, streng genommen, allerdings nicht die absoluten, sondern nur die relativen Werte, wie sie im Variabilitätskoeffizienten (v) ihren Ausdruck finden. Daß freilich, wie hier nur nebenbei bemerkt sei, erstere eine kaum weniger zuverlässige Grundlage für eine fehlerkritische Auswertung bieten würden, geht aus der folgenden Übersicht hervor. Hier ist innerhalb jeder Herkunft eine Anordnung zunächst der Standardabweichungen mit zunehmender Größe getroffen und dahinter angegeben, welchen Platz der dazugehörige Variabilitätskoeffizient einnimmt, wenn man die Variabilitätskoeffizienten ebenso anordnet.

Buschow		Leimnitz		Vehlefanzen		Buschow		Leimnitz		Vehlefanzen	
σ	v	σ	v	σ	v	σ	v	σ	v	σ	v
1	1	1	1	1	1	11	15	11	13	11	12
2	2	2	2	2	3	12	10	12	11	12	13
3	3	3	3	3	2	13	11	13	12	13	11
4	5	4	4	4	5	14	13	14	14	14	14
5	4	5	6	5	4	15	14	15	15	15	15
6	8	6	5	6	8	16	16	16	17	16	16
7	6	7	7	7	6	17	17	17	16	17	17
8	9	8	9	8	9	18	19	18	18		
9	7	9	8	9	7	19	18				
10	12	10	10	10	10						

Beide Rangordnungen weisen eine weitgehende Übereinstimmung auf; die Verschiebungen sind im allgemeinen nur geringfügiger Art. Von wesentlich größerem Interesse als die Unterschiede in der Variabilität der Sorten untereinander ist aber eine vergleichende

Betrachtung der Variabilität mit der mittleren Auflaufgeschwindigkeit. Es hat dann nämlich den Anschein, als ob mit steigenden Werten für die mittlere Auflaufgeschwindigkeit auch die Werte für v ansteigen, wenngleich von einem geradlinigen Anstieg keineswegs gesprochen werden kann. Es gibt offenbar langsam auflaufende Sorten sowohl mit großer als auch mit geringer Variabilität. Daß aber tatsächlich im Durchschnitt mit schnellem Aufgang geringe und mit langsamem Aufgang große Variabilität verbunden ist, wird erkennbar, wenn Standardabweichung und Variabilitätskoeffizient der drei Gruppen miteinander verglichen werden. Dann zeigt sich bei allen drei Herkunftsnamen ganz eindeutig, daß die Variabilität in der Gruppe der schnell auflaufenden Sorten am geringsten und in derjenigen der langsam auflaufenden am höchsten ist, während sie bei der Mittelgruppe eine Mittelstellung einnimmt. Demnach gehen schnell auflaufende Sorten im allgemeinen auch gleichmäßiger als langsam auflaufende auf. Schließlich mag noch darauf hingewiesen werden, daß sichere Anzeichen für eine Beziehung zwischen Auflaufgeschwindigkeit und Reifezeit nicht zu erkennen sind. In allen drei Gruppen finden sich sowohl mittelfrühe wie mittelspäte Sorten: selbst die späten sind nicht auf die dritte Gruppe beschränkt, wenn sie auch bei der Herkunft Buschow in der ersten und bei der Herkunft Leimnitz in der zweiten Gruppe ganz fehlen. Man kann deshalb annehmen, daß die oben erwähnte Auffassung von Norden zu Recht besteht.

Ist somit eindeutig erwiesen, daß es eine sorteneigentliche Auflaufgeschwindigkeit bei Kartoffeln gibt, so ist nunmehr die Frage nach ihrer Beeinflussung durch Umweltbedingungen und Herkunft des Pflanzgutes, die ja letzten Endes auch nur eine Nachwirkung der ersteren ist, zu beantworten. Betrachtet man zunächst die durchschnittliche mittlere Auflaufgeschwindigkeit aller Sorten der drei Herkunftsnamen, so zeigt sich zwischen den drei errechneten Werten von 30,82 bzw. 30,51 bzw. 30,57 Tagen eine weitgehende Übereinstimmung: eine gesicherte Differenz besteht in keinem Fall. Wenn man aber die Reihenfolge der Sorten nach ihrer mittleren Auflaufgeschwindigkeit innerhalb jeder einzelnen Herkunft verfolgt, so fällt sofort eine erhebliche Verschiebung in die Augen. Mehrfach ist diese sogar so stark, daß es zu fehlerkritisch gesicherten Unterschieden in der Auflaufgeschwindigkeit verschiedener Herkunftsnamen ein und derselben Sorte kommt. Diese Fälle sind nachstehend zusammengestellt:

Majus	Differenz	Buschow—Vehlefanz	—2,63 ± 0,86
Ostragis	"	" —Leimnitz	+ 2,36 ± 0,49
"	"	" —Vehlefanz	+ 2,55 ± 0,47
Rheingold	"	" —"	+ 1,81 ± 0,53
Mittelfrühe	"	" —Leimnitz	+ 2,78 ± 0,74
"	"	" —Vehlefanz	+ 3,04 ± 0,72
Edelragis	"	" —Leimnitz	—3,74 ± 0,51
Golfragis	"	" —"	+ 3,84 ± 1,22
"	"	Leimnitz—Vehlefanz	—6,84 ± 1,39

Den Differenzen bei der Sorte Golfragis dürfte freilich nur beschränkte Bedeutung beizumessen sein, da offenbar das Pflanzgut dieser Sorte Mängel besonderer Art aufgewiesen hat, wie aus den 12 bzw. 6 Fehlstellen bei der Herkunft Buschow bzw. Vehlefanz geschlossen werden muß. Läßt man diese Sorte unberücksichtigt, so finden sich unter 48 Vergleichsmöglichkeiten 7, bei denen ein gesicherter Unterschied festzustellen ist, d. h. in etwa 15 % der Fälle. Sie verteilen sich auf nur 5 Sorten. Ein gewisser Einfluß der Herkunft auf die Auflaufgeschwindigkeit besteht also zweifellos; jedoch scheint er sich nur sehr beschränkt auswirken zu können, weil die Auflaufgeschwindigkeit zu fest im Sortencharakter verankert ist. Das wird besonders deutlich, wenn man die Herkünfte nicht nach der Reihenfolge der Sorten vergleicht, sondern nach der Zugehörigkeit dieser zu den drei Gruppen. Man erkennt dann, daß nicht weniger als 10 Sorten ihre Gruppenzugehörigkeit überhaupt nicht ändern; sie sind in der Übersicht auf S. 211 unterstrichen. Bei den restlichen 9 tritt fast stets nur ein Austausch zwischen der Mittelgruppe und einer der beiden anderen Gruppen ein, wie das die folgende Zusammenstellung zeigt:

Sorte	Gruppe		
	Buschow	Leimnitz	Vehlefanz
Majus	I	II	III
Herbstgelbe	I	—	II
Sandkönig	II	III	I
Ostragis	II	I	I
Rheingold	II	I	I
Altgold	II	II	III
Goldgelbe	II	III	—
Mittelfrühe	II	I	I
Golfragis	III	II	III

Nur die Sorte Majus ist in allen drei Gruppen vertreten; bei ihr hat sich also der Einfluß der Herkunft offenbar außerordentlich

stark geltend gemacht. Allerdings darf bei der Gruppeneinteilung nicht vergessen werden, daß sie keineswegs eine feststehende und gleichwertige Abgrenzung darstellt, wie ja ohne weiteres schon die ungleiche Zahl der zu jeder Gruppe gehörigen Sorten und der Unterschied in der durchschnittlichen mittleren Auflaufgeschwindigkeit von Gruppe III der Herkunft Leimnitz gegenüber den beiden anderen Herkünften erkennen läßt. Sie kann und soll nur als eine ungefähre Orientierung über die Auflaufgeschwindigkeit aufgefaßt werden, dergestalt, daß Sorten der Gruppe I sehr schnell, solche der Gruppe III sehr langsam auflaufen, während solche der Gruppe II eine Mittelstellung einnehmen. Sieht man unter diesem Vorbehalt von dem Sonderfall der Sorte Majus ab, so darf geschlossen werden, daß die Sorten ihre Auflaufgeschwindigkeit unter dem Einfluß der Herkunft, soweit es überhaupt geschieht, nur in verhältnismäßig geringem Grade ändern. Etwas anders liegen die Dinge, wenn man den Einfluß der Herkunft auf die Variabilität der Auflaufgeschwindigkeit zu erfassen sucht. Auch hier besteht unter den drei Herkünften bei Zusammenfassung aller Sorten ziemlich weitgehende Übereinstimmung in Standardabweichung und Variabilitätskoeffizient $\sigma = 4.23 \pm 0.10$ bzw. 3.93 ± 0.09 bzw. 4.34 ± 0.11 ; $v = 13.7$ bzw. 12.9 bzw. 14.2 . Die Differenzen sind in keinem Fall gesichert. Die Variabilität innerhalb der einzelnen Sorten erfährt jedoch unter dem Einfluß der Herkunft Veränderungen, die über das Maß der bei der mittleren Auflaufgeschwindigkeit festgestellten offensichtlich nicht unerheblich hinausgehen, wie die folgende Zusammenstellung der gesicherten Differenzen erkennen läßt:

Regina	Differenz	Buschow—Leimnitz	$+ 1.01 \pm 0.30$
"	"	Leimnitz—Vehlefanx	$- 1.99 \pm 0.47$
Majus	"	Buschow— "	$- 3.89 \pm 0.61$
"	"	Leimnitz— "	$- 3.54 \pm 0.62$
Brennragis	"	" — "	$- 1.16 \pm 0.33$
Ostragis	"	Buschow—Leimnitz	$+ 1.67 \pm 0.35$
"	"	" —Vehlefanx	$+ 1.94 \pm 0.33$
Rheingold	"	" —Leimnitz	$+ 1.30 \pm 0.40$
"	"	" —Vehlefanx	$+ 1.80 \pm 0.38$
Mittelfrühe	"	" —Leimnitz	$+ 3.59 \pm 0.52$
"	"	" —Vehlefanx	$+ 4.00 \pm 0.51$
Voran	"	" — "	$- 2.11 \pm 0.63$
Treff As	"	" —Leimnitz	$+ 2.79 \pm 0.93$
" "	"	" —Vehlefanx	$+ 3.23 \pm 0.93$

Diesmal sind also unter 51 Vergleichsmöglichkeiten 14, d. h. rund 28%, bei denen sich ein gesicherter Unterschied ergibt. Sie verteilen sich auf 8 Sorten. Das ist etwa die doppelte Zahl von den oben für die mittlere Auflaufgeschwindigkeit festgestellten Fällen. Danach muß angenommen werden, daß die Variabilität der Auflaufgeschwindigkeit von der Herkunft stärker beeinflußt wird als die mittlere Auflaufgeschwindigkeit.

Läßt sich an dem vorliegenden Material nur ein verhältnismäßig geringer Einfluß der Herkunft auf die sortentypische Auflaufgeschwindigkeit feststellen, so ist damit noch nicht entschieden, ob dieses Ergebnis verallgemeinert werden darf. Es wäre ja denkbar, daß die drei Herkunftsorte in ihren Standortbedingungen weitgehend übereinstimmen und sich lediglich daraus das Ausbleiben einer unterschiedlichen Wirkung erklärt. Eine solche würde vielleicht in die Erscheinung treten, wenn man Herkünfte wählen würde, die in ihren Standortbedingungen extrem voneinander abweichen. Ein gewisser Aufschluß über die Standortbedingungen in Buschow, Leimnitz und Vehlefanz kann aus den wiederholten Berichten Schlumbergers über die dort durchgeführten Schorfversuche gewonnen werden. So wird z. B. 1930¹⁾ Buschow als leichter Sandboden, Leimnitz als stark lehmiger Sand und Vehlefanz als etwas apmooriger Sand charakterisiert. Soweit derartig allgemein gehaltene Angaben für den hier verfolgten Zweck überhaupt als ausreichend erachtet werden können, läßt sich eine gewisse Variation des Bodens nicht bestreiten, wenngleich auch extreme Unterschiede nicht gegeben sind, wie es im Hinblick auf die lediglich beabsichtigte Förderung des Schorfauftretens nicht verwundern kann. Hier wäre also eine Vervollständigung der Versuche noch zu wünschen, um so mehr als über das Klima der drei Herkunftsorte, abgesehen von vereinzelten Angaben über die monatlichen Regenmengen, nichts gesagt ist. Daß auch in dieser Hinsicht gewisse unterschiedliche Verhältnisse geherrscht haben, kann höchstens daraus erschlossen werden, daß 1934 nur in Vehlefanz starker Schorfbefall festzustellen war, während die Versuche in Buschow und Leimnitz nicht ausgewertet werden konnten, weil fast gar kein Schorf aufgetreten war. Im Rahmen derart zu erweiternder Herkunftsversuche wäre insbesondere auch zu prüfen,

¹⁾ Schlumberger, O., Prüfung von Kartoffelsorten auf ihr Verhalten gegen Schorf im Jahre 1929. Mitt. Deutsche Landw. Ges. 45, 1930, 72.

ob und wie weit veränderte Pflanzzeiten die sortentypische Auf-
laufgeschwindigkeit des Nachbaus beeinflussen. Nachdem erstmalig
Merkenschlager und Klinkowski¹⁾ über tiefgreifende Unter-
schiede im Pflanzgutwert von Kartoffeln berichtet haben, die zeit-
lich gestaffelten Pflanzungen entstammten, wird bekanntlich neuer-
dings von verschiedenen Seiten zur Spätpflanzung zwecks Gewinnung
gesunden Pflanzguts geraten. Berkner und Hecker²⁾ ist es bei
gleich gerichteten Versuchen aufgefallen, daß „der Aufgang der
Kartoffeln mit den im Vorjahr hinausgeschobenen Pflanzzeiten eine
leichte, aber doch deutlich erkennbare Verzögerung erfährt“, eine
Beobachtung, deren Bedeutung für die Frage nach der praktischen
Brauchbarkeit der Spätpflanzung Wartenberg¹⁾ auf Grund eigener
noch nicht veröffentlichter Untersuchungen nachdrücklich unter-
strichen hat.

Wenn schon der Herkunft ein mittelbarer, als Nachwirkung
der Standortsbedingungen am Herkunftsort aufzufassender Einfluß
auf die sortentypische Auflaufgeschwindigkeit in gewissem Umfang
eingeräumt werden muß, so ist von vornherein, wie ohne weiteres
einleuchtet, mit einer ungleich stärkeren Abhängigkeit der Auf-
laufgeschwindigkeit von den am Anbauort herrschenden Standortsbe-
dingungen zurechnen. Die Frage ist nur, ob diese Einwirkung derart
ist, daß sie den sortentypischen Charakter der Auflaufgeschwindig-
keit verwischt oder ob nicht vielmehr die Sorten auf veränderte
Standortsbedingungen mehr oder weniger gleichsinnig reagieren
und damit ihre Gruppenzugehörigkeit im wesentlichen gewahrt
bleibt. Für die Beantwortung dieser Frage lassen sich Anhalts-
punkte aus dem Verhalten derjenigen Sorten gewinnen, die bereits
im Jahre 1934 in Dahlem angebaut worden sind und damit einen
Vergleich ihrer Auflaufgeschwindigkeit in zwei aufeinander folgenden
Jahren ermöglichen. In Tabelle 3 sind die 1934 errechneten Zahlen-
werte in der gleichen Weise wie in Tabelle 1 zusammengestellt.

Zunächst fällt auf, daß die Werte für die mittlere Auf-
laufgeschwindigkeit durchweg erheblich unter denjenigen für das Jahr
1935 liegen. Bei Zusammenfassung sämtlicher Knollen ohne Rück-
sicht auf ihre Sortenzugehörigkeit (1934 $n = 1627$, 1935 $n = 2724$)
errechnet sich für 1934 eine mittlere Auflaufgeschwindigkeit von

¹⁾ Wartenberg, H., Probleme der Forschungen über den Abbau der
Kartoffel. Züchter 9, 1937, 35–40.

²⁾ Berkner, F. und Hecker, G., Die Nachwirkung von verschiedenen
Kulturzeiten und Pflanzzeiten des Vorjahres auf den Pflanzgutwert von Kartoffeln.
Landw. Jahrb. 82, 1936, 127.

Tabelle 3.
Mittlere Auflaufgeschwindigkeit 1934.

Herkunft Buschow		Herkunft Leimnitz		Herkunft Vehlefanz	
Abendstern .	20,85 \pm 0,61	Ostragis . .	19,08 \pm 0,51	Merkur . . .	18,84 \pm 0,48
Majus . . .	21,21 \pm 0,63	Goldgelbe . .	20,69 \pm 0,75	Sandkönig. .	20,00 \pm 0,45
Regina . . .	21,38 \pm 0,58	Regina . . .	20,96 \pm 0,46	Ostragis . . .	21,38 \pm 0,68
Ostragi . .	21,58 \pm 0,64	Brennragis .	21,84 \pm 0,74	Goldgelbe . .	22,44 \pm 0,67
Brennragis .	21,60 \pm 0,56	Mittelfrühe .	22,17 \pm 1,00	Brennragis .	22,84 \pm 0,82
Golfragis . .	22,17 \pm 0,54	Golfragis . .	23,55 \pm 1,12	Mittelfrühe .	23,06 \pm 0,69
Rheingold. .	22,34 \pm 0,43	Rheingold. .	25,06 \pm 0,87	Regina . . .	24,09 \pm 1,46
Altgold . . .	23,21 \pm 0,89	Robinia . . .	25,13 \pm 0,50	Robinia . . .	24,25 \pm 0,61
Herbstgelbe	24,82 \pm 0,89	Herkules . .	28,74 \pm 0,67	Goldwährung	24,29 \pm 1,05
Robinia . . .	25,52 \pm 1,20			Rheingold. .	25,26 \pm 0,88
Herkules . .	26,70 \pm 0,46			Voran	25,96 \pm 1,03
Treff As . .	30,56 \pm 1,53			Edelragis . .	26,80 \pm 1,18
				Treff As . . .	32,18 \pm 1,26
Durchschnitt	23,49 \pm 0,25	Durchschnitt	23,17 \pm 0,28	Durchschnitt	23,65 \pm 0,27

23,46 \pm 0,16 Tagen gegenüber einer solchen von 30,63 \pm 0,08 Tagen für 1935, während umgekehrt die Standardabweichung 1934 größer als 1935 ist ($\sigma = 6,20 \pm 0,11$ bzw. $4,15 \pm 0,06$), ein Unterschied, der noch deutlicher in die Erscheinung tritt, wenn man die Variabilitätskoeffizienten von 26,5 und 13,5 einander gegenüberstellt. Wenn auch diese Werte mit Rücksicht auf das Fehlen einer ganzen Anzahl von Sorten im Jahre 1934 nur mit einem gewissen Vorbehalt verglichen werden können, so kann doch an dem wesentlich schnelleren Aufgang in diesem Jahre kein Zweifel bestehen. Er erklärt sich zwanglos aus der beträchtlich höheren Bodentemperatur im Mai 1934 (Monatsmittel 1934: 10 cm Tiefe + 16,4° C, 20 cm Tiefe + 16,2° C; 1935: 10 cm Tiefe + 12,6° C, 20 cm Tiefe + 12,3° C). Dagegen kann eine Erklärung für die gegensinnige Beeinflussung der Variabilität vorerst nicht gegeben werden. Denkbare wäre, daß eine Beschleunigung des Aufgangs, wie sie in diesem Fall durch die höhere Bodentemperatur bewirkt worden ist, zwangsmäßig die intraindividuelle Variabilität stärker in die Erscheinung treten läßt. Jedoch bedürfen diese Zusammenhänge noch weiterer Klärung. Weiterhin lassen sich an den Zahlenwerten von 1934 ganz ähnliche Feststellungen wie an denjenigen von 1935 machen: weitgehende Übereinstimmung der durchschnittlichen mittleren Auflaufgeschwindigkeit zwischen den drei Herkunft, starke Unterschiede in der Auflaufgeschwindigkeit der einzelnen

Sorten innerhalb jeder Herkunft, die wiederum die Möglichkeit zu einer Aufteilung in drei Gruppen gewährt. Bei der Herkunft Buschow ergibt sich diese Gruppierung aus der Differenz zwischen Herbstgelbe und Brennragis mit $3,22 \pm 1,05$, bei der Herkunft Leimnitz aus der Differenz zwischen Rheingold und Regina mit $4,10 \pm 0,98$ und bei der Herkunft Vehlefanzen aus der Differenz zwischen Rheingold und Ostragis mit $3,88 \pm 1,11$. Die Mittelwerte der so entstehenden Gruppen sind folgende:

Gruppe	Herkunft Buschow	Herkunft Leimnitz	Herkunft Vehlefanzen
I	$21,39 \pm 0,27$	$20,54 \pm 0,34$	$19,92 \pm 0,31$
Differenz	$1,21 \pm 0,46$	$2,01 \pm 0,65$	$3,50 \pm 0,49$
II	$22,60 \pm 0,38$	$22,55 \pm 0,56$	$23,42 \pm 0,39$
Differenz	$4,38 \pm 0,65$	$3,74 \pm 0,71$	$3,59 \pm 0,67$
III	$26,98 \pm 0,53$	$26,29 \pm 0,43$	$27,01 \pm 0,55$

Zwischen den mittleren Auflaufgeschwindigkeiten der drei Gruppen innerhalb jeder Herkunft bestehen also auch hier gesicherte Differenzen mit Ausnahme derjenigen zwischen Gruppe I und Gruppe II innerhalb der Herkunft Buschow, deren dreifacher mittlerer Fehler ihren Wert um ein geringes überschreitet. Von einem Vergleich der Sortenfolge innerhalb der drei Herkünfte untereinander sei hier mit Rücksicht auf die nur sehr beschränkte Sortenzahl und die sehr verschiedene Sortenzusammensetzung abgesehen. Die Werte des Jahres 1934 sollen lediglich herangezogen werden, um zu sehen, wie weit die Einstufung der Sorten in die drei Gruppen in den beiden Jahren übereinstimmt. Es ergibt sich dann folgendes Bild:

Herkunft Buschow			Herkunft Leimnitz			Herkunft Vehlefanzen		
1934 1935			1934 1935			1934 1935		
Abendstern .	I	I	Ostragis . . .	I	I	Merkur . . .	I	I
Majus	I	I	Goldgelbe . .	I	III	Sandkönig . .	I	II
Regina	I	I	Regina	I	I	Ostragis . . .	I	I
Ostragis . . .	I	II	Brennragis . .	II	II	Brennragis . .	II	II
Brennragis . .	I	II	Mittelfrühe .	II	I	Mittelfrühe .	II	I
Golftragis . .	II	III	Golftragis . .	II	II	Regina	II	I
Rheingold . .	II	II	Rheingold . .	III	I	Robinia . . .	II	III
Altgold . . .	II	II	Robinia . . .	III	III	Goldwährung .	II	II
Herbstgelbe .	III	I	Herkules . . .	III	III	Rheingold . .	III	I
Robinia . . .	III	III				Voran	III	III
Herkules . .	III	III				Treff As . . .	III	III
Treff As . .	III	III						

Bei nicht weniger als 20 von den gegebenen 32 Vergleichsmöglichkeiten besteht Übereinstimmung in der Einstufung, während bei 8 zwei Nachbargruppen und nur bei 4 die beiden Grenzgruppen beteiligt sind. Auch bei dieser Gegenüberstellung stört natürlich der eben erwähnte Mangel, daß nicht in beiden Jahren in jeder Herkunft dieselben Sorten vertreten sind. Was oben über Brauchbarkeit und Zweck der Gruppeneinteilung gesagt worden ist, sei deshalb hier noch einmal nachdrücklichst unterstrichen. Unter dem dort gemachten Vorbehalt erscheint der Schluß gerechtfertigt, daß ebenso wie den Standortsbedingungen am Herkunftsort ein gewisser mittelbarer auch denjenigen am Anbauort ein gewisser unmittelbarer Einfluß auf die sortentypische Auflaufgeschwindigkeit eingeräumt werden muß, dessen Ausmaß namentlich insofern noch weiterer Klärung bedarf, als die Auflaufgeschwindigkeit bei veränderter Pflanzzeit geprüft werden muß. Bei der Mehrzahl der Sorten bleibt aber offenbar die ihnen eigentümliche Auflaufgeschwindigkeit gewahrt. Für die Berechtigung dieser Auffassung spricht auch die Höhe des Korrelationskoeffizienten, der sich ergibt, wenn man ähnlich, wie es oben für die drei Herkünfte nur des Jahres 1935 geschehen ist, nunmehr die in beiden Jahren sich ergebenden Rangordnungen in Beziehung zu der Rangordnung innerhalb der Herkunft Buschow 1935 setzt. Er zeigt mit $r = +0,5833 \pm 0,0794$ ganz eindeutig eine enge Beziehung zwischen Sorte und Auflaufgeschwindigkeit an. Es gibt demnach einerseits Sorten, die unter allen Umständen verhältnismäßig schnell, und andererseits solche, die unter allen Umständen verhältnismäßig langsam auflaufen. Offenbar gehören zu ersteren z. B. Abendstern, Merkur, Ostragis, Regina, zu letzteren z. B. Herkules, Robinia, Treff As, Voran.

Zur Biologie des Bodens und Schlammes.

Von

R. Kolkwitz.

Aus der Biologischen Abteilung der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem.)

Flüsse, Bäche und andere Gewässer haben, als Ganzes betrachtet, einen ihnen eigentümlichen Bestand an Lebewesen. Wird durch düngende Zuflüsse lokal eine Änderung an diesem Bestand hervorgerufen, so wirken die biologischen Kräfte dahin, den ursprünglichen Zustand, und sei es auch erst nach entfernterer Strecke, wieder herzustellen, so verschieden auch solche Zuflüsse gewesen sein mögen. Es besteht also in dieser Beziehung ein großes Bestreben zum „Ausgleichen“. Ähnlich können die Verhältnisse im Schlamm liegen, soweit das Flußbett einigermaßen einheitlich ist. Flüsse, wie Havel und besonders Rhein, auch Seen, zeigen auf weite Strecken ihren ihnen typischen biologischen Charakter, auch wenn dieser aufmehr oder weniger kurze Strecken vorübergehend durch düngende oder schwach vergiftende Zuflüsse verändert worden war.

Diese Tatsache wird im allgemeinen als das Resultat der spezifischen „biologischen Selbstreinigung“ geschildert. Der Bestandwechsel an Organismen, welcher beim Ablauf dieses Prozesses eintritt, ist in den Hauptzügen gut bekannt und findet z. B. in der Aufstellung des „Saprobien-systems“ seinen Ausdruck.

Vier Faktoren sind es in erster Linie, welche für die Natur der charakteristischen Lebensgemeinschaften bestimmend sind: Wasser, die Luft in diesem, humöse Kolloide und die chemischen Hauptnährstoffe. Regelnd wirkt dabei der Prozeß der „Inkarnation“.

Ähnlich liegen die Verhältnisse für den Boden, so verschieden dieser auch vom freien Wasser ist. Die Vorstellung von der Ungleichheit beider mildert sich aber, wenn wir den Boden als Träger einer gewissen Menge von Wasser bzw. Feuchtigkeit betrachten. E. John Russell betont in seinem bekannten Buche über „Boden und Pflanze“ ganz im Sinne dieser Darlegungen, daß die Zusammensetzung der den oberen Bodenschichten zugeführten Pflanzensubstanz, ob Stroh oder Blätter, ob tierische Fäzes oder anderes mehr, gleichgültig sei, immer wieder hat der durch die biochemi-

schen Prozesse entstehende Humus ähnliche Zusammensetzung und gleiche Eigenschaften, wenn diese Substanzen verarbeitet sind. Es bildet sich im normalen Boden immer wieder ein gewisses biologisches Gleichgewicht. Auch hier beobachten wir die Erscheinung, daß der Boden „egalisiert“. Wie beispielsweise beim Fluß sind auch hier die Verhältnisse insofern ähnlich, als unter einem Wechsel von „biologischen Formationen“ ein gewisser Endzustand, gleichsam ein Klimaxstadium, erreicht wird.

Während, wie gesagt, diese biologischen Abbau- und Umsetzungserscheinungen im Fluß in mehr oder weniger gründlichem Zusammenhang studiert worden sind, gilt dies weniger vom Boden.

Über die Biologie, besonders die Bakteriologie des Bodens liegen zahlreiche, ausgezeichnete Arbeiten aus den verschiedensten Ländern vor; bei der Kompliziertheit der Verhältnisse konnten aber im allgemeinen nur erst besondere Gruppen zum Zwecke eingehender Bearbeitung herausgenommen werden, doch fängt in neuerer Zeit das Mosaik der Arbeiten an, sich bereits zu einem Gesamtbilde zusammenzuschließen, so daß wir auch schon von „Formationsstudien“ im Boden, in größerem Umfange auch beim Schlamm, sprechen können.

Wenn wir vom Wasser über Schlamm und feuchten Boden gedanklich zum Wiesenboden und Ackerboden hinübergleiten, so erkennen wir die großen biologischen Züge und Ähnlichkeiten ungezwungener. Gehen wir noch einen Schritt weiter, so werden wir auch auf die Verhältnisse der Humusbildung an den Stämmen und Zweigen der feuchten Tropenwälder hingewiesen, auf welchen in luftigen Höhen gleichsam eine Bildung erdiger Bestandteile entsteht, welche die Nährquelle für Mikro- und Makroepiphyten sind.

Die Rieselfeldböden liefern ein gutes Objekt für biologische Bodenstudien, da die Bestände an kleinen pflanzlichen und tierischen Organismen im Boden wegen der gleichmäßigeren Feuchtigkeit einen guten Grad von Beständigkeit aufweisen, und weil infolge der Drainage-Röhren bestimmte durchlüftbare Bodenpartien von $1\frac{1}{2}$ bis 2 m Höhe abgegrenzt werden.

Ähnlich liegen die Verhältnisse in „biologischen Tropfkörpern“, nur mit dem Unterschiede, daß hier die Lufträume zwischen den stützenden Koks- und Schlackemassen viel größer sind als beim normalen Boden und daß Zeolithe u. a. m. fehlen.

Auch die Vorgänge in Sandfiltern, welche der Reinigung von Oberflächenwässern dienen, können hier nicht unerwähnt bleiben.

Bei der Reinigung von Abwässern mittels „aktivierten Schlammes“ endlich liegen, theoretisch gesprochen, die Verhältnisse so, daß nicht feste Bestandteile die belebten Kolloidflocken stützen, sondern daß diese durch die ununterbrochene Bewegung des Wassers in Schwebelage gehalten und belüftet werden. Über die vorwiegend bakteriologischen Komponenten dieses gallerthaltigen Schlammes hat unlängst (1937) H. Winogradsky einen bemerkenswerten Beitrag geliefert, sich dabei aber auf die niedersten, nitrifizierenden biologischen Bestände im aktivierten Schlamm, wohl die wichtigsten, beschränkt. Diese niedersten Bestände werden von leichter erkennbaren Organismen begleitet, welche uns die biologische Bodenanalyse, zu welcher Chododny hervorragende Beiträge, freilich auf den festen Boden bezogen, geliefert hat, ermöglichen.

Zurzeit erleichtert uns das „ökologische“ Studium der Bodenorganismen die Beurteilung in bemerkenswertem Grade: es wird sich mit dem Fortschreiten der physiologischen Studien mehr und mehr entwickeln. Es ist nicht erforderlich, daß diese Organismen primär in die Hauptprozesse eingreifen, wenn sie nur gute Indikatoren, einzeln oder als Lebensgemeinschaften, abgeben und morphologisch mehr oder weniger leicht erkennbar sind: hierher rechnen z. B. viele atmophytische Algen und beschaltete Rhizopoden.

An dieser Stelle soll nur kurz darauf hingewiesen werden, daß Waldböden, Heideböden und Böden mit extremem Säure- oder Alkaliengehalt natürlich ihre spezifische Flora und Fauna aufweisen (v. Schellhorn, 1936). Für den Waldboden liegen besonders förderliche Studien von Eduard Jahn vor allem an Pilzen vor, wobei weitgehend auf die — auch für die anderen, oben erwähnten Bestände — wichtigen pH-Werte Rücksicht genommen ist.

In neuerer Zeit arbeitet man darauf hin, magere Böden durch Zuführung künstlicher Humusstoffe zu verbessern oder Sandplätze vor Verwehungen zu schützen. Bei diesen Bestrebungen kommt es vielfach zunächst darauf an, den Boden durch organische Beigaben, wie Torfmoos (auch Müll), physikalisch zu verbessern und wasserhaltender zu machen. Die Bindigkeit solcher Böden kann unter Umständen durch Bildung von Algen und Moosen zunächst vorbereitet werden.

Das biologische Bild, besonders in den obersten Bodenschichten, zeigt in solchen Fällen vielfach noch eine gewisse Unausgeglichenheit, doch nimmt bei richtiger Pflege und Zugabe künstlicher Düngstoffe die „Ausreifung“ des Bodens allmählich zu: manche Abfall-

stoffe, die bisher wenig genutzt wurden, können bei richtiger Handhabung in diese Prozesse mit einbezogen werden, so daß auch hier einer „Bodendegradation“ in geschickter Weise entgegengearbeitet wird, indem man mehr oder weniger künstliche Abfallstoffe in den natürlichen Kreislauf mit der Zeit wieder einschaltet.

Ähnliche Betrachtungen und Untersuchungsmethoden wie bei Flüssen, unter Einbeziehung von Beständen an Indikatororganismen, werden auch hier und in anderen Fällen uns bald einen tieferen und systematischen Einblick in den Gesamtbiochemismus, verbunden mit Kolloidwirkungen, in Böden gewähren, so daß wir uns mit verhältnismäßig einfachen Mitteln ein Bild von der jeweils nötigen Menge und Lokalisation der wichtigsten Nährstoffe leichter verschaffen können als bisher.

Untersuchungen über den Einfluß der Mineralsalzernährung auf die Anthocyanbildung an jungen Gerstenpflanzen.

Von

G. Gaßner und W. Straib.

Inhaltsübersicht.

	Seite
1. Einleitung und Fragestellung	225
2. Versuchsmethodik	227
3. Stickstoff-Ernährung und Anthocyanbildung	228
4. Phosphorsäure-Ernährung und Anthocyanbildung	229
5. Kalium-Ernährung und Anthocyanbildung	230
6. Versuche mit gleichzeitiger Variierung der Stickstoff-, Phosphorsäure- und Kalium-Ernährung	233
7. Die Bedeutung der Bodenbeschaffenheit für die Anthocyanbildung	235
8. Versuche über den Einfluß des Kohlensäuregehaltes der Luft	237
9. Besprechung der Ergebnisse	238
10. Zusammenfassung	243
11. Schriftenverzeichnis	244

I. Einleitung und Fragestellung.

In unseren früheren Untersuchungen über die Anthocyanbildung junger Getreidepflanzen und deren Verwertbarkeit zu sortendiagnostischen Zwecken haben wir auch bereits einige Beobachtungen über den modifizierenden Einfluß verschiedener Außenfaktoren auf die Rotfärbung mitgeteilt (Gassner und Straib, 11). Unter diesen

sind Licht, Temperatur und Kohlensäuregehalt näher untersucht, während wir uns bezüglich der Mineralsalzernährung auf die kurze Feststellung beschränkten, daß maximale Farbstoffbildung bei Gerste die „Kultur der Pflanzen unter beschränkten Bodenverhältnissen, also einem gewissen Nährstoffmangel“ erfordert. Die Frage, welche Nährstoffe im Mangel sein müssen, blieb dabei offen und soll durch die folgenden Untersuchungen geklärt werden. Die Veröffentlichung unserer bereits 1933 abgeschlossenen Versuche hat sich leider aus äußeren Gründen bis jetzt verzögert.

Während bei Roggen und Weizen schon die Rotfärbung der Koleoptilen ein brauchbares Sortenmerkmal abgibt, muß bei Gerste und Hafer die sortenspezifisch verschiedene Rotfärbung der unteren Blattscheiden zu Rückschlüssen auf die Sortenzugehörigkeit benutzt werden. Mit diesen zwischen beiden Gruppen bestehenden Unterschieden hängt zunächst die verschiedene Bedeutung derselben äußeren Faktoren für die Anthocyanbildung zusammen. Auch unsere weiteren Beobachtungen haben ergeben, daß die Rotfärbung der Koleoptilen von Weizen in erster Linie von Temperatur und Licht abhängt, während bei Gerste und Hafer hierzu noch der Kohlensäuregehalt der Luft und die Mineralsalzernährung als wichtige Faktoren kommen. Das ist ohne weiteres verständlich, weil die zur Feststellung des Farbverhaltens der Blattscheiden erforderliche längere Versuchsdauer sowohl die Rückwirkungen einer gesteigerten Kohlensäureernährung der Blätter als aber vor allem auch den Einfluß der inzwischen voll einsetzenden Nährstoffaufnahme aus dem Boden hervortreten lassen muß. Auch bei Weizen macht sich naturgemäß der Einfluß der Mineralsalzernährung auf die Anthocyanbildung dann geltend, wenn wir zu den Beobachtungen die unteren Blattscheiden heranziehen.

Für die experimentelle Prüfung der Abhängigkeit der Anthocyanbildung von der Mineralsalzernährung eignet sich Gerste am besten. Gerste bietet vor allem den Vorteil, daß die Anthocyanbildung hier weniger stark von der Temperatur abhängig ist, und daß gerade auch bei höheren Temperaturen, die eine schnellere Pflanzenentwicklung und damit eine kürzere Versuchsdauer ermöglichen, durchaus einwandfreie Feststellungen gemacht werden können. Wie wir schon früher zeigen konnten, treten bei den Sommerformen der Gerste besonders deutliche Unterschiede im Anthocyanauftreten hervor (vgl. auch Aufhammer, 1). Wir haben deshalb zu den folgenden Untersuchungen ausschließlich Sommergersten verwendet, unter

diesen jedoch nur solche, die zum mindesten eine schwache Fähigkeit zur Anthocyanbildung besitzen. Bei Fehlen dieser erblichen Anlage ist es bisher durch kein Mittel gelungen, eine Anthocyanfärbung zu induzieren, wobei wir von der Wiedergabe der entsprechenden Versuche und Einzelbeobachtungen hier absehen wollen.

2. Versuchsmethodik.

Soweit es sich nicht um die Anzucht von Versuchspflanzen in Bodenproben handelte, sind alle Versuche als Sandkulturen mit Zusatz von Nährlösung durchgeführt; die sonst in den Braunschweiger Instituten angewendete Methodik wurde ohne wesentliche Abänderungen übernommen (Gaßner und Hassebrauk, 8; Gaßner und Goeze, 7; u. a. O.).

Glasgefäße von 1 Liter Inhalt wurden mit 1120 g Hohenbockaer Quarzsand beschickt, der zu 60% seiner wasserhaltenden Kraft (= 150 ccm Flüssigkeit) mit Nährlösung versetzt und durch Nachgabe destillierten Wassers während der gesamten Versuchsdauer auf diesem Feuchtigkeitsgrade gehalten wurde. Als willkürlich gewählte „Normalgabe“ der einzelnen Salze wurden auf 1000 ccm destillierten Wassers

0,4 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
 0,68 g K_2SO_4
 0,25 g $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
 0,25 g MgSO_4

außerdem NaCl und FeCl_3 in Spuren gegeben. Da jedes Versuchsgefäß 8 Pflanzen enthielt, so ergeben sich je Pflanze Normalgaben von

7,5 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ als n N
 4,7 mg $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ als n P
 12,7 mg K_2SO_4 als n K

woraus sich die Nährsalzmengen für Bruchteile bzw. das Fünffache dieser Gaben ohne weiteres berechnen lassen.

Die Versuchsgefäße — von jeder Nährstoffkombination mindestens zwei Gläser mit je 8 Gerstenpflanzen — wurden in hellen Gewächshäusern bei möglichst gleichmäßiger und guter Belichtung aufgestellt. Die Ablesungen erfolgten mehrfach; der Versuch galt als abgeschlossen, wenn keine weitere Verstärkung der Rotfärbung zu erwarten war. Die mitgeteilten Beobachtungen erstrecken sich im allgemeinen auf die Scheiden des ersten Blattes. Mitunter konnte auch die Scheide des zweiten Blattes mit herangezogen

werden. Beobachtungen an Blattscheiden höherer Insertion und älterer Pflanzen schieden bei der angewandten Methodik aus, da wir im Hinblick auf die Kleinheit der Versuchsgefäße bei längerer Versuchsdauer mit starken Verschiebungen in der Nährstoffzusammensetzung rechnen müssen.

Der Färbungsgrad wurde in der bereits früher mitgeteilten Weise beurteilt. Es bedeutet:

- 5 = intensivste Rotfärbung (rein karmin)
- 4 = starke Rotfärbung (karmin-violett)
- 3 = mäßig starke Rotfärbung (karmin-rosa)
- 2 = schwache Rotfärbung (karmin-hellrosa)
- 1 = Spur von Rötung
- 0 = keine Rotfärbung.

! bedeutet etwas stärkere, () etwas schwächere Rotfärbung, als dem jeweils angegebenen Intensitätsgrade entspricht. Da bei den zu den folgenden Untersuchungen herangezogenen Gerstensorten die früher vermerkte „Ringbildung“ nicht auftritt, braucht auf diese Erscheinung hier nicht näher eingegangen zu werden.

3. Stickstoffernährung und Anthocyanbildung.

In den Tabellen 1 und 2 sind mehrere Versuchsreihen dargestellt, in denen bei Konstanz bzw. Gleichgestaltung der anderen Nährsalze die Stickstoffernährung innerhalb weiter Grenzen variiert wurde.

Tabelle 1. Einfluß der Stickstoffernährung auf die Anthocyanbildung junger Gerstenpflanzen.

Versuchsgruppe A: Aussaat 8. X. 1932, durchschnittliche Temperatur 16,6°.

„ B: „ 7. VI. 1933, „ „ 19,5°.

Gerstensorte:		Bavaria				Mahndorfer Hanna	
Alter (Tage):		31	42	15	21	31	42
Stickstoff- ernährung	Versuchs- gruppe						
— N	A	5	5			4	5
	B			2	4		
n/10 N	A	3	4			3	4
	B			2	4		
n N	A	(1)	3			(1)	4
	B			(1)	3		

Tabelle 2.

Einfluß der Stickstoffernährung auf die Anthocyanbildung
in den Blattscheiden junger Gerstenpflanzen.

Aussaat: 17. VI. 1933, durchschnittliche Temperatur 20,9°.

Sorte:	Bavaria			Bethges III		
Alter (Tage):	18	23	25	18	23	25
Stickstoff- ernährung						
— N	3	5	5	2	3	3
n/20 N	3	5	5	2	3	3
n/10 N	3	5	5	2	3	3
n N	(1)	4	5	1	3	3
5 n N	0	(1)	1	0	1	2

Alle Versuche stimmen darin überein, daß Stickstoff-Mangel sowohl die Geschwindigkeit, wie aber auch die Intensität der Anthocyanbildung stark fördert. Während also Stickstoff-Mangel, der sich auch in Kümmerwachstum und vorzeitigen Vergilbungserscheinungen der Blattspitzen äußert, eine besonders intensive Farbstoffbildung auslöst, können starke Stickstoffgaben die Anthocyanbildung nahezu aufheben. Bei „mittleren“ Stickstoffgaben kommt es ebenfalls noch zu einer stärkeren Anthocyanentwicklung. Das steht offensichtlich damit in Zusammenhang, daß die gebotenen Stickstoffmengen allmählich verbraucht werden, so daß die Pflanzen dieser Versuchsreihe nach einer gewissen Zeit ebenfalls Stickstoff-Mangelercheinungen aufweisen.

4. Phosphorsäureernährung und Anthocyanbildung.

Die Ergebnisse von 3 Versuchsreihen enthalten die Tabellen 3 und 4.

Alle Versuchsreihen zeigen Übereinstimmung darin, daß die Variierung der Phosphorsäureernährung unter den von uns gewählten Versuchsbedingungen, insbesondere also bei Zugrundelegung des Anthocyanbildes an den Blattscheiden junger Gerstenpflanzen keine besondere Beeinflussung der Farbstoffbildung erkennen läßt. Nur bei starken Phosphorsäuregaben scheint eine schwache Herabdrückung der Anthocyanbildung vorzuliegen.

Tabelle 3. Einfluß der Phosphorsäureernährung auf die Anthocyanbildung junger Gerstenpflanzen.

Versuchsgruppe A: Aussaat 8. X. 1932, durchschnittliche Temperatur 16,6°.

" B: " 7. VI. 1933, " " 19,5°.

Gerstensorte:		Bavaria				Mahndorfer Hanna	
Alter (Tage):		31	42	15	21	31	42
Phosphorsäure- ernährung	Versuchs- gruppe						
— P	A	(1)	3			1	4
	B			0—(1)	3		
n/10 P	A	1	3			2	4
	B			0—(1)	3		
n P	A	(1)	3			(1)	4
	B			1)	3		

Tabelle 4.

Einfluß der Phosphorsäureernährung auf die Anthocyanbildung in den Blattscheiden junger Gerstenpflanzen.

Aussaat 17. VI. 1933, durchschnittliche Temperatur 20,9°.

Sorte:	Bavaria			Bethges III		
Alter (Tage):	18	23	25	18	23	25
Phosphorsäure- ernährung						
— P	1—2	5	5	1!	3	4
n/20 P	2	5	5	1!	3	4
n/10 P	2	5	5	1!	3	4
n P	2	5	5	1!	3	4
5 n P	2	4	4	1!	3	3

5. Kaliumernährung und Anthocyanbildung.

Wir beginnen mit der Wiedergabe von zwei parallel zu den in Tabelle 1 und 3 enthaltenen und gleichzeitig mit diesen durchgeführten Versuchsreihen.

Die bei Kaliummangel herangezogenen Pflanzen zeigten die für K-Mangel typischen Welkeerscheinungen und schmutzig graue Verfärbungen der Blattspitzen. Gleichzeitig ergab sich eine eindeutige Herabsetzung der Farbstoffbildung der Blattscheiden, so daß also Kaliummangel entgegengesetzt wirkt wie Stickstoffmangel.

Tabelle 5. Einfluß der Kaliumernährung auf die Anthocyanbildung junger Gerstenpflanzen.

Versuchsgruppe A: Aussaat 8. X. 1932, durchschnittliche Temperatur 16,6°.

" B: " 7. VI. 1933, " " 19,5°.

Gerstensorte:		Bavaria				Mahndorfer Hanna	
Alter (Tage):		31	42	15	21	31	42
Kalium- ernährung	Versuchs- gruppe						
— K	A	0	1			0	2
	B			0	0—(1)		
n/10 K	A	0—(1)	2			0—(1)	3
	B			(1)	2		
n K	A	(1)	3			(1)	4
	B			(1)	3		

Die in der folgenden Tabelle 6 dargestellte Versuchsreihe ist mit stärkerer Staffelung der Kaliumgaben durchgeführt. Volle Farbstoffbildung wird erst durch K-Gaben von mindestens n/2 K möglich.

Tabelle 6. Einfluß der Kaliumernährung auf die Anthocyanbildung in den Blattscheiden junger Gerstenpflanzen.

Aussaat: 17. VI. 1933, durchschnittliche Temperatur 20,9°.

Sorte:	Bavaria			Bethges III		
Alter (Tage):	18	23	25	18	23	25
Kalium- ernährung						
— K	0	1	1	0	(1)	(1)
n/32 K	(1)	1	2	(1)	1	1
n/16 K	1	2	2	1	1	1
n/8 K	2	3	4	1—2	2	2
n/4 K	2	4	4	1—2	3	3
n/2 K	2	5	5	1—2	3	3
n K	2	5	5	1—2	3	3

Bei der hohen Bedeutung der vorstehenden Feststellungen für die Bedingungen der Anthocyanbildung wurden die Versuche mit gestaffelter Kaliumernährung noch mehrfach wiederholt. In den Versuchen von Tabelle 7 sind insgesamt 6 verschiedene Gerstensorten bei starker Staffelung der K-Gaben geprüft. Unabhängig von sonstigen Sorteneigentümlichkeiten ergab sich übereinstimmend

volle Anthocyanbildung nur bei stärkeren Kaliumgaben, während Kaliummangel überall die Farbstoffbildung stark herabsetzte: am auffallendsten sind die Unterschiede naturgemäß bei denjenigen Sorten, die unter optimalen Bedingungen starke Farbstoffbildung zeigen.

Tabelle 7. Einfluß der Kaliumernährung auf die Anthocyanbildung in den Blattscheiden junger Gerstenpflanzen.

Aussaat: 29. IV. 1932, durchschnittliche Temperatur bis 23. V.: 20,4°;

2. VI.: 15,8°.

Gerstensorte:	Pirchener Imperial (2801)		Heines Hanna (2788)		Schottische Standwell (2803)		Heines Goldthorpe (2798)		Bavaria (2789)		Moravia (2784)	
	27	34	27	34	27	34	27	34	27	34	27	34
Alter (Tage):												
Kaliumernährung												
— K	(1)	1	(1)	1	1	2	1	2	0	(1)	(1)	1
n/20 K	(1)	1—2	1	2	1	2	2	3	(1)	1	1	2
n/10 K	(1)	2	1	3	1	3	2	3	(1)	2	2	2
n K	2	3	4	5	2	4	2	4	4	5	3	3
5 n K	1—2	3	4	5	3	4	3	4	4	5	3	4

Tabelle 8. Einfluß der Kaliumernährung auf die Anthocyanbildung in den Blattscheiden junger Gerstenpflanzen bei gleichzeitiger Variierung des Wassergehaltes des Sandes.

Aussaat: 26. VI. 1933, durchschnittliche Temperatur: 20,5°.

Sättigungsgrad:	Bavaria						Bethges III					
	40 ‰		60 ‰		80 ‰		40 ‰		60 ‰		80 ‰	
Alter (Tage):	20	23	20	23	20	23	20	23	20	23	20	23
Kaliumernährung												
— K	1	1—2	1	1—2	1	1—2	1	1	1	1	1	1
n/32 K	1	1—2	1—2	2	1—2	1—2	1	1	1—2	1	1—2	1
n/16 K	1	2	1—2	2	1—2	2	1	1	1—2	1	1—2	1—2
n/8 K	1—2	3	2	3	1—2	3	1	1—2	1—2	2	1—2	3
n/4 K	1—2	3	2	3	1—2	3	1	1—2	1—2	2	1—2	2
n/2 K	1—2	3—4	2	3—4	2	3—4	1—2	2—3	1—2	2	2	2
n K	1—2	3—4	2	3—4	1—2	3	1—2	2—3	1—2	2	1—2	2

In der Tabelle 8 sind schließlich noch zwei Versuchsreihen wiedergegeben, in denen gleichzeitig mit der Kaliummenge der Wassergehalt des Sandes, in dem die Versuchspflanzen wuchsen, variiert wurde. Die während der Versuchsdauer durch gewichtsmäßige Zugabe von dest. Wasser konstant gehaltene Sättigung des Sandes betrug 40, 60 und 80% seiner wasserhaltenden Kraft.

Die Versuche ergeben zunächst wieder die starke Herabdrückung der Anthocyanbildung durch Kaliummangel; dagegen konnte ein Einfluß der Wasserversorgung nicht festgestellt werden. Wegen Verschiedenheiten der Versuchsdurchführung ist es jedoch kaum möglich, diese letzte Feststellung mit unseren früheren Beobachtungen in unmittelbaren Vergleich zu setzen, wonach Wassermangel die Anthocyanbildung fördern kann. Denn in diesen früheren Versuchen sind wir mit der Wasserversorgung der Versuchspflanzen wesentlich weiter heruntergegangen, so daß es offensichtlich zu Störungen der Nährstoffaufnahme, insbesondere der Stickstoffaufnahme aus dem Boden kommen konnte. So wollen wir aus den Versuchen der Tabelle 8 nur den Schluß ziehen, daß auch stärkere Schwankungen des Wassergehaltes im Boden die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Kaliumernährung und Anthocyanbildung nicht stören.

6. Versuche mit gleichzeitiger Variierung der Stickstoff-, Phosphorsäure- und Kaliumernährung.

Während in den Versuchen der vorstehenden Abschnitte die Wirkung der einzelnen Nährstoffe bei Konstanz der anderen Nährstoffe untersucht ist, sind in den Tabellen 9 und 10 einige Versuchsreihen zusammengestellt, in denen Stickstoff, Phosphorsäure und Kalium gleichzeitig gestaffelt wurden. Die allgemeine Versuchsanordnung ist die gleiche wie in den älteren Versuchen von Gaßner und Hassebrauk (8) über die Beeinflussung der Rostanfälligkeit, sowie in den Versuchen von Gaßner und Goeze (7) über die Bedeutung der Mineralsalzernährung für die Assimilation. Wir erwähnen dies hier, weil wir später bei der Besprechung unserer Ergebnisse auf diese Arbeiten kurz eingehen müssen.

Die Ergebnisse der in den Tabellen 9 und 10 zusammengestellten Versuchsreihen stimmen gut überein. Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei der Phosphorsäure, die in Übereinstimmung mit den Resultaten des 4. Abschnittes keinen Einfluß auf die Anthocyanbildung erkennen läßt, gleichgültig, ob dabei Mangel oder Überschuß der anderen Nährstoffe vorliegt.

Tabelle 9. Anthocyanbildung der Blattscheiden junger Gerstenpflanzen bei gleichzeitiger Variierung der Stickstoff-, Phosphorsäure- und Kaliumernährung.

Versuchspflanze: Bavaria-Sommergerste.

Aussaat: Versuchsgruppe A 10. VI. 1932.

" B 9. VI. 1933.

" C 2. VII. 1933.

Durchschnittliche Temperatur: A 21,9°.

" " B 19,4°.

" " C 22,9°.

	Versuchs- gruppe	Alter der Pflanzen Tage	— P				n P				5 n P			
			—	$\frac{n}{20}$	n	5 n	—	$\frac{n}{20}$	n	5 n	—	$\frac{n}{20}$	n	5 n
			K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
— N	A	14		3	3	3		3	3	3		2	3	3
		20		3!	4	4		4	4	4		3!	4	4
	B	18		3	3	3		3	3	3		3	3	3
		21		4	5	4		4	5	4		4	5	4
	C	20	4	3	3		4	3	4		2	3	3	
		24	4	4	4		4	4	4		3	4	4	
n N	A	14		(1)	(1)	(1)		(1)	(1)	(1)		(1)	(1)	(1)
		20		2	3	3		3	3	3		2	3	3
	B	18		(1)	2	2		(1)	2	2		(1)	2	2
		21		1	4	4		1	4	4		1	4	4
	C	20	0	3	3		0	2	2		0	2	2	
		24	(1)	4	5		(1)	4	4		(1)	?	3	
5 n N	A	14		0	(1)	0		0	(1)	(1)		0	0	0
		20		1	2!	2		1	2!	1!		(1)	(1)	1
	B	18		0	(1)	(1)		0	(1)	(1)		0	(1)	(1)
		21		0	1!	1!		0	1	1		0	1	1
	C	20	0	2	2		0	1	1		0	(1)	1!	
		24	0	3	3!		0	2?	2		0	2?	2	

Von besonderem Interesse sind die Beobachtungen bei gleichzeitiger Staffe lung der N- und K-Gaben. Wir sehen hier, daß Stickstoffmangel unabhängig von der Kaliumdüngung die Anthocyanbildung fördert, Stickstoffüberschuß sie herabdrückt, und zwar um so stärker, je geringer die gleichzeitig gebotenen Kaliummengen sind. Das Zusammenspiel von Stickstoff- und Kaliumernährung wird noch deutlicher, wenn wir die Kaliumwirkung bei verschiedenen

Tabelle 10. Anthocyanbildung der Blattscheiden junger Gerstenpflanzen bei gleichzeitiger Variierung der Stickstoff-, Phosphorsäure- und Kaliumernährung.

(Gewächshausversuche, Sandkulturen.)

Versuchspflanze: Bethges III-Sommergerste.

Aussaat: 2. VII. 1932, durchschnittliche Temperatur 22,9°.

	Alter der Pflanz. Tage	— P				n P				5 n P			
		—	$\frac{n}{20}$	n	5 n	—	$\frac{n}{20}$	n	5 n	—	$\frac{n}{20}$	n	5 n
		K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
— N	20	2	2	2		2	2	2		1	2	3	
	24	3	2!	2		2	2!	2		2	2	3	
n N	20	0—1	2	2		(1)	1	2		(1)	1	2	
	24	(1)	2	3		(1)	3	3		1	1	3!	
5 n N	20	0	1	2		0	1	1		0	1	1!	
	24	0	1	3!		0	(1)	2		0	(1)	2	

Stickstoffgaben betrachten, denn diese Wirkung hängt in starkem Maße von dem gleichzeitig gebotenen Stickstoff ab. Bei N-Mangel liegen zwischen fehlenden bzw. geringen K-Gaben einerseits und reichlicher K-Düngung andererseits keine Unterschiede im Farbbilde vor. Bei steigenden Stickstoffgaben aber macht sich der Kaliummangel in einer deutlichen Depression der Anthocyanbildung bemerkbar. Die bereits in den Versuchen des 3. und 5. Abschnittes festgestellte gegensinnige Beeinflussung der Blattscheidenfärbung durch Stickstoff und Kalium besteht also bezüglich der Wirkung des Kaliums nur für Versuchsbedingungen, in denen die N-Ernährung ausreichend hoch gewählt ist.

Dieses Ergebnis deutet darauf hin, daß es bei der Kaliumwirkung nicht auf die absolute Höhe der K-Gaben, sondern auf das Kalium-Stickstoff-Verhältnis ankommt, und daß Störungen der Anthocyanbildung in erster Linie auftreten, wenn Kalium im Vergleich zu Stickstoff ins Minimum gerät.

7. Die Bedeutung der Bodenbeschaffenheit für die Anthocyanbildung.

Die Ergebnisse der bereits wiedergegebenen Versuche zeigen zunächst, daß die im Freien auf nährstoffarmen, „leichten“ Böden oft zu beobachtende Rotfärbung in erster Linie auf dem Stickstoffmangel dieser Böden beruhen dürfte, zum mindesten, soweit es sich um junge Gerstenpflanzen handelt. Bei dieser Gelegenheit sei be-

merkt, daß unsere mehrjährigen Beobachtungen an einem umfangreichen Material keine wesentlichen Unterschiede des Sortenverhaltens im Freiland und in Gewächshausversuchen erkennen ließen. Nach dem Ährenschieben verwischen sich allerdings die Unterschiede mehr und mehr, wie auch die Anthocyanbildung dann allgemein zurückgeht; sie kann jedoch bisweilen auf den Grannen wieder sichtbar werden (vgl. auch Göldner, 12; Wiese, 21; Kießling und Aufhammer, 13; u. a.).

Von besonderer Wichtigkeit ist nun die Frage, in wie weit Bodenunterschiede die Ergebnisse solcher Versuche mit jungen Gerstenpflanzen zu beeinträchtigen vermögen, die als Grundlage für eine Sortendiagnose nach der Anthocyanbildung benutzt werden sollen. Denn die verwendete Acker- oder Gartenerde wird von Fall zu Fall Unterschiede des Nährstoffgehaltes aufweisen. Wir haben deshalb mehrfach Versuche mit Böden von jahrelang verschieden gedüngten Parzellen (Dauerdüngungsversuche des Versuchsfeldes; vgl. Gaßner und Hassebrauk, 9) durchgeführt, wobei die Böden teils für sich, teils nach verschieden starker Streckung mit Sand zur Verwendung gelangten. Die hier nicht wiedergegebenen Einzelheiten lassen erkennen, daß in der Tat die stärkste Anthocyanbildung auf Böden der Stickstoffmangel-Parzellen auftrat. Andererseits zeigte sich, daß die von uns früher vorgeschlagene Anzucht einer größeren Zahl von Pflanzen in verhältnismäßig kleinen Blumentöpfen auch bei „besseren“ Böden schließlich zu dem für die Auslösung der Anthocyanbildung erforderlichen Stickstoffmangel-Zustand führt. Die Sicherheit der Anthocyandiagnose wird also praktisch durch die Bodenverhältnisse nicht gestört, wenn wir die Zahl der Versuchspflanzen je Topf der Bodenbeschaffenheit angleichen, wie auch durch besondere Versuche mit verschiedenen Bodenarten erwiesen werden konnte.

Weitere Versuche sollten die Frage klären, ob es möglich ist, aus der Unterdrückung der Anthocyanbildung einen Kaliummangel im Boden festzustellen. Auch hier wurden sowohl die Bodenproben unmittelbar als auch nach Streckung mit Sand zur Prüfung herangezogen. Dabei zeigte sich zunächst, daß auch die Böden unserer Kaliummangel-Parzellen noch derartige Mengen von Kalium enthalten, daß Störungen der Anthocyanbildung durch Kaliummangel nicht auftraten. Es besteht also keine Möglichkeit, aus dem Farbbilde der Blattscheiden sichere Rückschlüsse auf den Kaliumgehalt des Bodens zu ziehen. Die Versuche, in denen Böden mit Sand

gestreckt zur Prüfung kamen, führten natürlich zu einer entsprechenden weiteren Herabsetzung des Kaliumgehaltes; da jedoch der Stickstoffgehalt gleichzeitig verringert wird, ist es auch so nicht möglich, Wirkungen von Kaliummangel in den Verfärbungen der Blattscheiden zu erkennen. Denn das für das Farbbild entscheidende Kalium-Stickstoff-Verhältnis bleibt selbstverständlich durch die Streckung des Bodens mit Sand unverändert. Andererseits fehlt auch die Möglichkeit, durch Zugabe von Stickstoff zu solchen Böden die Kaliumwirkung stärker hervortreten zu lassen, da Stickstoffüberschuß das Farbbild in gleicher Weise, wenn natürlich auch auf anderem Wege, beeinflußt wie Kaliummangel.

So gaben unsere Versuche mit Bodenproben wohl in mehrfacher Hinsicht Ergänzungen zu den weiter oben gebrachten Erkenntnissen über die Bedeutung der Mineralsalzernährung für die Anthocyanbildung, bieten jedoch nichts grundsätzlich Neues, so daß von einer Wiedergabe der Einzelbeobachtungen hier abgesehen werden kann. Ein gewisses Ergebnis liegt in der Feststellung, daß es möglich scheint, bei geeigneter Versuchsdurchführung den Grad der Anthocyanbildung als Anhaltspunkt des aufnehmbaren Bodenstickstoffs zu benutzen.

8. Versuche über den Einfluß des Kohlensäuregehaltes der Luft.

Um unsere Vorstellungen über die Bedingungen der Anthocyanbildung bei jungen Gerstenpflanzen zu vervollständigen, haben wir schließlich noch einige Versuchsreihen durchgeführt, in welchen die auf gleiche Art herangezogenen Pflanzen bei verschiedenem Kohlensäuregehalt aufgestellt waren. Über entsprechende Versuche mit Hafer ist bereits in unserer älteren Mitteilung berichtet (Gaßner und Straib, 11). Danach beschleunigen stärkere Kohlensäuregaben das Auftreten von Anthocyan und erhöhen die Intensität der Färbung. Hierdurch war es auch möglich, Hafersorten auf Grund der nunmehr schärfer hervortretenden Anthocyanbildung diagnostisch deutlicher als sonst voneinander zu trennen.

Die Versuche mit Gerste sind in der früher beschriebenen Weise durchgeführt (Gaßner und Straib, 10); die Pflanzen standen unter Glocken, die täglich morgens zwecks Zugabe von Kohlensäure kurz geöffnet wurden. Die dabei gegebenen „täglichen Anfangskonzentrationen“ (= T. A.) sind als Volumprozent CO_2 berechnet und ausgedrückt; T. A. 0,03% bedeutet gewöhnliche Luft. Während

der Tagesstunden kommt es naturgemäß zu einem Abfall des Kohlensäuregehaltes durch den Assimilationsprozeß der Pflanzen.

Die Ergebnisse mit Gerste sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

Tabelle 11.

Einfluß des Kohlensäuregehaltes der Luft auf die Anthocyanbildung der Blattscheiden junger Gerstenpflanzen.

Boden: sandiger Lehm.

Aussaat: 6. VII. 1933; durchschnittliche Temperatur 23,2°.

Pflanzen bis 13. VII. gleichmäßig frei im Gewächshaus.

„ vom 13. VII. ab bei verschiedenem CO₂-Gehalt.

Gerstensorte:	Pirchener Imperial (2801)				Schottische Standwell (2803)				Pethges III (2781)			
	15	18	20	22	15	18	20	22	15	18	20	22
Alter (Tage):												
CO ₂ -Gehalt (T. A.)												
0,03%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(1)
0,15%	0	0	(1)	1	0	0—1	(1)	1—2	(1)	1	2	3
0,30%	0	(1)	1	1	0	1	1	3	2	2	3	3
0,75%	0	1	2	2	0—1	1	2	3	2	3	4	3
1,5%	0	1	2	2	0—1	1	3	3	2	3	4	4
4,5%	0	(1)	1	1	0	(1)	2	3	1	3	4	4
6,0%	0	(1)	1	1	0	0	1	2	(1)	2	3	4
Kontrolle ¹⁾	0	0	0—1	2	0	0	0—1	2—3	0	(1)	1—2	2—3

Danach bedeuten steigende Kohlensäuregaben für Gerste, allerdings nicht ganz so auffallend wie für Hafer, eine Beschleunigung und Intensivierung der Anthocyanbildung, so daß also an dem Zusammenhang von Assimilation und Farbstoffbildung nicht gezweifelt werden kann. In gleicher Weise wie für Hafer gestattet die gesteigerte Kohlensäureernährung die bessere Unterscheidung auch von Gerstensorten, die bei gewöhnlichen Versuchsbedingungen weniger eindeutige Verschiedenheiten im Farbstoffbild der Blattscheiden zeigen.

9. Besprechung der Ergebnisse.

Wenn auch die vorstehenden Untersuchungen über den Einfluß der Mineralsalzernährung auf das Anthocyanauftreten in erster Linie dazu bestimmt waren, die Grundlagen der sortendiagnostischen Beurteilung der Farbstoffbildung weiter zu klären und so die

¹⁾ Pflanzen unter gleichen Lichtverhältnissen frei im Gewächshaus.

Keimpflanzenmethode zur Sortenunterscheidung noch brauchbarer und sicherer zu gestalten, so läßt es sich doch nicht umgehen, kurz auch die Zusammenhänge und Gründe zu besprechen, die wir für die offensichtlich vorliegenden Gesetzmäßigkeiten verantwortlich machen dürfen. Auch müssen noch die wichtigsten einschlägigen Literaturangaben kurz erwähnt werden.

Wir beginnen mit der Frage der Phosphorsäurewirkung, die in unseren Untersuchungen dadurch besonders einfach liegt, daß eine solche Wirkung so gut wie völlig fehlt. Zu dem gleichen Ergebnis war bei einem ganz anderen Objekt (*Tradescantia*) auch Czartkowski (2,4) gekommen, während Suzuki (19), Mitscherlich (17), Krüger und Wimmer (14), Vogel (20), L. Meyer (16), Lundegårdh (15) u. a. angeben, daß Phosphorsäuremangel die Intensität der Anthocyانبildung steigert bzw. die Farbstoffbildung erst möglich macht. Ob alle soeben erwähnten Beobachtungen richtig gedeutet sind, sei hier dahingestellt. So scheint uns in den Versuchen von Suzuki keine klare Trennung von Phosphorsäure- und Stickstoffwirkung vorgenommen; vor allem dürfte bei der langen Dauer der Versuche dieses Autors der Stickstoff doch ins Minimum geraten sein. Bei Vegetationsversuchen mit P-Mangel machen sich außerdem oft wesentliche Zeitunterschiede im Vegetationsablauf störend bemerkbar, so daß die Phosphorsäuremangel-Pflanzen schließlich anderen Klimaeinwirkungen ausgesetzt sind als die normal ernährten.

Wir halten es aber auf Grund späterer Darlegungen doch für möglich, daß Phosphorsäuremangel die Anthocyانبildung älterer oder reifender Pflanzen fördernd beeinflusst; wir müssen berücksichtigen, daß die von uns gewählte Versuchsanordnung trotz fehlender Phosphorsäuregaben nicht zu absolutem Phosphorsäuremangel geführt hat, weil die jungen Pflänzchen noch von den Samen her über ausreichende Phosphorsäurevorräte verfügen. In dieser Weise erklären auch Gaßner und Hassebrauk (8) die von ihnen gemachte Beobachtung der nur schwachen Beeinflussung der Rostanfälligkeit junger Getreidepflanzen durch die Phosphorsäuredüngung. Auch Czartkowski deutet eigene Feststellungen, daß Mangel an Phosphorsäure die Anthocyانبildung nicht förderte, dahin, daß die *Tradescantia*-Zweige noch genügend Vorrat an Phosphorsäure hatten, zumal Phosphorsäure in bedeutend geringerer Menge verbraucht wird als Stickstoff.

Im Gegensatz zur Phosphorsäure lagen in unseren Versuchen sowohl bei Stickstoff- wie bei Kaliumdüngung eindeutige und scharfe Unterschiede der Anthocyanbildung vor. Daß Stickstoffmangel die Anthocyanbildung steigert, ist eine allgemein bekannte Erscheinung (Czartkowski [3]; Krüger und Wimmer [14]; Schaffnit und Volk [18]; u. a.). Unsere Feststellungen, daß Kaliummangel umgekehrt die Rotfärbung unterdrückt, steht mit den Beobachtungen von Wilfarth und Wimmer (22) an Buchweizen, sowie mit den Angaben von Vogel (20) über Rückgang der Anthocyanbildung des Kopfsalates bei Kaliummangel in Einklang. Die entgegengesetzten Angaben von Suzuki (19) sind aus verschiedenen Gründen (Verwendung ungeeigneter Gerstensorten, keine Versuche mit absolutem Kaliummangel, Vernachlässigung des Stickstoff-Kalium-Verhältnisses) nicht stichhaltig.

Bei der Beurteilung der Stickstoff-Kalium-Wirkung sind zunächst einerseits die Assimilation, andererseits der Stickstoffhaushalt zu berücksichtigen. An der Bedeutung einer ausreichenden Assimilationstätigkeit für die Anthocyanbildung kann kein Zweifel sein: wir brauchen hier nur auf die Rolle des Lichtfaktors und des Kohlensäuregehaltes der Luft hinzuweisen. Andererseits zeigen die Wirkungen der Temperatur sowie vor allem die Abhängigkeit der Assimilationsgröße von der Stickstoffernährung, daß Assimilation und Anthocyanbildung durchaus nicht immer parallel verlaufen. Denn die Anthocyanbildung wird durch tiefe, unterhalb des Assimilationsoptimums liegende Temperaturen gesteigert; vor allem aber bedeutet reichliche Stickstoffernährung eine weitgehende Unterdrückung der Farbstoffbildung, obwohl die auf die Blattflächeneinheit bezogene Assimilationsgröße gleichzeitig eine starke Erhöhung erfährt (Gaßner und Goeze [6]). Legen wir die Assimilationsleistung der ganzen Blätter zugrunde, so sind die Unterschiede zugunsten der mit Stickstoff reichlich ernährten Blätter noch größer, da nicht nur die auf die Flächeneinheit bezogene Assimilationsgröße, sondern auch die assimilierende Blattfläche erheblich gesteigert werden.

Was nun die biochemischen Zusammenhänge zwischen Anthocyanbildung und Ernährungsbedingungen, insbesondere Stickstoffernährung, betrifft, so entsprechen die von Czartkowski (3,4) gegebenen Erklärungen am ehesten den aus unseren Versuchen zu ziehenden Schlußfolgerungen. Danach wird die Anthocyanbildung durch Anhäufung löslicher Assimilationsprodukte ausgelöst;

zu einer solchen kommt es durch starke Assimilationstätigkeit (gute Belichtung, reichliche CO_2 -Versorgung) bei gleichzeitiger Vermeidung unnötiger Abbauvorgänge (z. B. Verminderung der Atmungsverluste durch tiefe Nachttemperaturen). Mangelnde Stickstoffernährung bedeutet ebenfalls Anhäufung löslicher Assimilationsprodukte, weil kein Zucker zur Eiweißsynthese verarbeitet wird, während Stickstoffüberschuß zu einer erhöhten Eiweißbildung und damit zu einer Herabsetzung der Zuckerkonzentration, in der Folge also zu einer Minderung oder auch Aufhebung der Anthocyanbildung führt.

Mit einer derartigen Auffassung stehen nun vor allem auch die im obigen gemachten Feststellungen über die Bedeutung des Kaliummangels bzw. des Kalium-Stickstoff-Verhältnisses für die Unterdrückung der Anthocyanbildung in bester Übereinstimmung. Bezüglich der Zusammenhänge von Kaliumernährung und Assimilation sind wir heute ausreichend unterrichtet (Gaßner und Goeze [5,7]; u. a. O.); die Feststellungen dieser Autoren lassen sich in vollem Umfang auf die hier in Frage stehenden Erscheinungen übertragen, da sie ebenfalls an jungen Getreidepflanzen und bei fast völliger Übereinstimmung der allgemeinen Versuchsbedingungen gewonnen sind.

Wir hatten gefunden, daß Kaliummangel die Anthocyanbildung aufhebt, wenn gleichzeitig Stickstoff ausreichend oder reichlich geboten wird, daß dagegen Kaliummangel bei gleichzeitigem Stickstoffmangel keine Beeinflussung der Farbstoffbildung bewirkt. Diese Feststellungen stehen mit den Bestimmungen der Assimilationsleistungen der Blätter verschieden ernährter Getreidepflanzen in ausgezeichnete Übereinstimmung, so daß wir die Wirkungen des Kaliummangels bzw. des Kalium-Stickstoff-Verhältnisses auf die Anthocyanbildung in allen Einzelheiten auf die Beeinflussung der Assimilationsleistung zurückführen können.

Bei guter oder doch ausreichender Stickstoffernährung setzt Kaliummangel die Assimilationsleistung der Blätter bald und sehr stark herab, indem solche Blätter frühzeitig die normale Assimilation einstellen, ohne daß sich im übrigen zunächst äußerlich, also im Chlorophyllgehalt, Unterschiede bemerkbar machen. In Übereinstimmung hiermit finden wir unter diesen Bedingungen eine bis zur völligen Aufhebung führende Verschlechterung der Anthocyanbildung, weil es infolge der gestörten Assimilationstätigkeit zu keiner Zuckeranhäufung kommen kann.

Bei schlechter Stickstoffernährung bedeutet Kaliummangel keine oder nur eine unbedeutende Herabsetzung der Assimilationsleistung. „Wenn unzureichende Stickstoffgaben vorliegen, zeigt sich der mit zunehmendem Alter eintretende Abfall der Chlorophyll-, Transpirations- und Assimilationskurven unabhängig von der Kaliumernährung, weil Stickstoffmangel als begrenzender Faktor auftritt“ (Gaßner und Goeze [7, S. 335]). Über die Bedeutung des Kalium-Stickstoff-Verhältnisses wird an anderer Stelle (Gaßner und Goeze [5, S. 80]) gesagt, „daß Kaliummangel bei hohen N-Gaben die Assimilation besonders stark und zeitig herabsetzt, bei gleichzeitigem Stickstoffmangel aber keine oder nur unbedeutende Schädigungen auslöst.“ Mit diesen Feststellungen steht die im obigen berichtete Tatsache, daß bei gleichzeitigem Stickstoffmangel keine Beeinflussung der Anthocyanbildung durch Kaliummangel beobachtet werden kann, ebenfalls in völliger Übereinstimmung.

Mit diesem Vergleich der Ergebnisse der Assimilationsbestimmungen und der Bedingungen der Anthocyanbildung scheinen uns die Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Farbstoffbildung bei jungen Gerstenpflanzen ausreichend geklärt zu sein, wenn wir uns im Rahmen dieser Arbeit mit der Feststellung begnügen, daß die Anhäufung löslicher Kohlehydrate den die Anthocyanbildung auslösenden Faktor darstellt. Dann können wir, und mit ausreichender Sicherheit, das Ergebnis unserer Beobachtungen und Betrachtungen in folgender Weise umschreiben: alle äußeren Bedingungen der Pflanzenernährung, insbesondere auch der Mineralsalzernährung, die zur Bildung und Anhäufung von Kohlehydraten führen, fördern auch die Anthocyanbildung. Die Beeinflussung des Farbbildes durch die Mineralsalzernährung erklärt sich auf dem Umwege über die Assimilationsleistung der Blätter im Verein mit der je nach der Stickstoffernährung verschieden starken Anhäufung löslicher Kohlehydrate.

Wenn wir diese Erkenntnis schließlich noch der Beurteilung des Phosphorsäuremangels zugrunde legen, der nach mehrfachen Mitteilungen anderer Autoren (vgl. oben) ebenfalls Anthocyanbildung auslösen kann, so müssen wir die Möglichkeit einer solchen Wirkung des Phosphorsäuremangels ohne weiteres zugeben, auch wenn wir in unseren eigenen Versuchen infolge der Verwendung junger Pflanzen keine entsprechenden Beobachtungen machen konnten. Wenn durch Phosphorsäuremangel Störungen des Eiweiß-

aufbaues eintreten, müssen damit ähnliche Voraussetzungen für eine gesteigerte Anthocyanbildung geschaffen werden wie bei Stickstoffmangel, da jede Störung der Eiweißaufbaumöglichkeit zu einer Anhäufung der zur Verfügung stehenden Kohlehydrate und damit zur Auslösung der Farbstoffbildung führt.

10. Zusammenfassung.

1. Der Einfluß der Mineralsalzernährung auf die Anthocyanbildung ist in Gefäßversuchen an jungen Gerstenpflanzen geeigneter Sorten geprüft, wobei die Stickstoff-, Kalium- und Phosphorsäuregaben weitgehend gestaffelt wurden. Beobachtet wurde das Farbbild der ersten Blattscheiden.

2. Stickstoffmangel fördert die Anthocyanbildung außerordentlich; mit steigenden Stickstoffgaben kommt es zu einer Schwächung des Farbbildes, bei hohen Gaben unter Umständen zu seiner fast völligen Unterdrückung auch bei Sorten, die sonst, d. h. bei geeigneter Versuchsdurchführung, Anthocyanbildung zeigen.

Die Wirkung der Stickstoffernährung zeigte sich unabhängig von den gleichzeitig gebotenen Phosphorsäuregaben — und innerhalb weiter Grenzen auch unabhängig von der Kaliumernährung; bei ausgesprochenem Kaliummangel drücken jedoch steigende Stickstoffgaben die Farbstoffbildung stärker herab als bei guter Kaliumernährung.

3. Die Phosphorsäureernährung beeinflusst bei der gewählten Versuchsanstellung (Verwendung junger Gerstenpflanzen in Sandkulturen) die Anthocyanbildung nicht oder höchstens unwesentlich.

4. Die Wirkung des Kaliums hängt von der gleichzeitigen Stickstoffversorgung ab. Bei normalen Stickstoffgaben bedeutet Kaliummangel Unterdrückung der Anthocyanbildung; bei Verabreichung geringer Stickstoffmengen machen sich keine Störungen der Anthocyanbildung durch Kaliummangel bemerkbar. Die Wirkung des Kaliums ist also bedingt durch die Gestaltung des Kalium-Stickstoff-Verhältnisses; wenn dieses einseitig zuungunsten des Kaliums verschoben wird, liegen Störungen der Anthocyanbildung vor.

5. Die Prüfung verschiedener Bodenproben führte zu Feststellungen, die sich mit den durch die Vegetationsversuche in Sandkulturen gewonnenen Erkenntnissen decken. Optimale Farbstoffbildung wird durch Stickstoffmangel ausgelöst, der am einfachsten durch Anzucht einer genügend großen Zahl von Pflanzen in kleinen Töpfen erzielt wird. Störungen durch Phosphorsäure-

und Kaliummangel sind bei dieser Versuchsanordnung praktisch nicht zu befürchten.

Die Versuche, aus dem Farbbild der Keimblätter junger Gerstenpflanzen auf den Kaliumgehalt des verwendeten Bodens zu schließen, verliefen ergebnislos.

Dagegen ist es denkbar, die Anthocyanbildung bei jungen Gerstenpflanzen als Anhaltspunkt für den Gehalt an aufnehmbarem Bodenstickstoff zu benutzen und ein entsprechendes Verfahren auszuarbeiten.

6. Versuche mit Steigerung des Kohlensäuregehaltes der Luft ergaben eine Verstärkung der Anthocyanbildung, so daß die Unterschiede zwischen einzelnen Gerstensorten dadurch erhöht werden.

7. Alle Beobachtungen, insbesondere auch über die Bedeutung der Mineralsalzernährung, lassen sich ungezwungen auf eine einheitliche Basis stellen, wenn wir davon ausgehen, daß ausreichend hoher Gehalt an löslichen Kohlehydraten die erste Voraussetzung für eine Anthocyanbildung ist. Anhäufung von Kohlehydraten wird bei Kaliummangel durch Herabsetzung der Assimulationsleistung der Blätter, bei Stickstoffüberschuß durch sofortige Verwendung der gebildeten Kohlehydrate zur Eiweißsynthese verhindert. Kaliummangel bei gleichzeitigem Stickstoffmangel muß für die Anthocyanbildung ohne Wirkung sein, weil es unter diesen Voraussetzungen nicht oder kaum zu Kaliummangelerscheinungen, vor allem auch nicht zu einer Depression der Assimulationsleistung der Pflanze durch Kaliummangel kommt.

II. Schriftenverzeichnis.

1. Aufhammer, G. Unterscheidungsmerkmale von Winter- und Sommergerste, an Körnern und Keimpflanzen beobachtet. Pflanzenbau **9**, 1933. 449—459.
2. Czartkowski, A. Einfluß der Konzentration der Minerallösung auf die Anthocyanbildung aus dem Zucker der *Tradescantia viridis*. Comptes Rendus des Séances de la Société des Sciences de Varsovie **6**, 1913. 959—979.
3. —. Stickstoffentziehung und Anthocyanbildung bei *Tradescantia viridis* und *Tradescantia loekensis* Hort. Ebenda, **7**, 1914. 65—74.
4. —. Anthocyanbildung und Aschenbestandteile. Berichte d. Deutschen Bot. Gesellschaft **32**, 1914. 407—410.
5. Gaßner, G. und Goeze, G. Die Bedeutung des Kalium-Stickstoffverhältnisses im Boden für Assimilation, Chlorophyllgehalt und Transpiration junger Getreidepflanzen. Ztschr. Pflanzenern., Düng. u. Bodenkd. Teil A **36**, 1934. 61—85.
6. —. Der Einfluß der Anzuchttemperatur auf Assimilation, Chlorophyllgehalt und Transpiration junger Getreideblätter. Berichte d. Deutschen Bot. Gesellschaft **52**, 1934. 321—335.

7. Gaßner, G. und Goeze, G. Assimilationsverhalten, Chlorophyllgehalt und Transpirationsgröße von Getreideblättern mit besonderer Berücksichtigung der Kalium- und Stickstoffernährung. *Ztschr. f. Botanik* **27**, 1934. 257—340.
8. — und Hassebrauk, K. Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Mineralsalzernährung und Verhalten der Getreidepflanzen gegen Rost. *Phytopath. Ztschr.* **3**, 1931. 535—617.
9. — —. Zweijährige Feldversuche über den Einfluß der Düngung auf die Rostanfälligkeit von Getreidepflanzen. *Ebenda*, **7**, 1934. 53—61.
10. — und Straib, W. Untersuchungen über die Abhängigkeit des Infektionsverhaltens der Getreiderostpilze vom Kohlensäuregehalt der Luft. *Ebenda*, **1**, 1929. 1—30.
11. — —. Über die Anthocyanbildung junger Getreidepflanzen und ihre Wertbarkeit als Sortenmerkmal. *Wiss. Arch. Landw. (A: Pflanzenbau)* **4**, 1930. 169—195.
12. Göldner. Die Verfärbung der Gerstengranne. *Pflanzenbau* **1**, 1924/25. 62.
13. Kießling, L. und Aufhammer, G. *Bilderatlas zur Braugerstenkunde*. Veröff. d. Ver. z. Förderung d. deutschen Braugerstenbaus. 1931.
14. Krüger, G. und Wimmer, G. Über nichtparasitäre Krankheiten der Zuckerrübe. *Anhalt. Versuchsstat. Bernburg* 1927. Mittlg. 65. 197—289.
15. Lundegårdh, H. *Die Nährstoffaufnahme der Pflanze*. Jena 1932.
16. Meyer, L. Die Tomate, ein empfindlicher und schneller Indikator für Phosphorsäuremangel des Bodens. *Fortschr. d. Landwirtschaft* **4**, 1929. 684—687.
17. Mitscherlich, E. A. Versuche zur Beurteilung des Düngerbedürfnisses des Bodens. *Fühlings Landw. Ztg.* **63**, 1914. 75—78.
18. Schaffnit, E. und Volk, A. Über den Einfluß der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten. *Forschg. a. d. Geb. der Pflanzenkrkh. u. Immunität im Pflanzenreich*. 1927, Heft 3.
19. Suzuki, S. On the formation of anthokyan in the stalk of barley. *The Bull. of the Coll. of Agr., Tokyo, Imp. Univ.* **7**, 1906. 29—37.
20. Vogel, F. Topfvegetationsversuche über Nährstoffmangel- und Wachstumserscheinungen zu gärtnerischen Kulturpflanzen auf drei verschiedenen Böden. *Gartenbauwissenschaft* **2**, 1929. 287—299.
21. Wiese, O. Untersuchungen an Landrassen von Winterweizen und Sommergerste aus den Kreisen Hirschberg (Schles.) und Landshut (Schles.). *Landw. Jahrb.* **65**, 1927. 341—374.
22. Wilfarth, H. W. und Wimmer, G. Die Kennzeichen des Kalimangels an den Blättern der Pflanzen. *Ztschr. f. Pflanzenkr.* **13**, 1903. 82—87.

Zur Unterscheidung von *Triticum durum* und *Triticum vulgare* an Körnern und Keimpflanzen.

Von

J. Voss.

Mit 1 Abbildung.

Während noch bis vor wenigen Jahren bei unseren sortensystematischen Arbeiten an Weizen nur Sorten von *Triticum vulgare* und *Triticum Spelta* berücksichtigt zu werden brauchten, ist jetzt auch die Unterscheidung der Sorten von *Triticum durum* wichtig geworden. Deutsche Züchter haben sie aus dem Bestreben heraus in Bearbeitung genommen, die Einfuhr von *Tr. durum* durch den Anbau von geeigneten *Durum*-Sorten¹⁾, die bisher in Deutschland noch gar nicht angebaut wurden, möglichst einzuschränken. Es sei nur andeutungsweise erwähnt, daß sich nach Maurizio (6) zur Teigwarenherstellung hauptsächlich glasiger harter Weizen eignet, wie er für die meisten Sorten von *Tr. durum* charakteristisch ist. Deshalb wird ja auch *Tr. durum* häufig als Hartweizen bezeichnet.

Im englischen Schrifttum hat nun Percival (9) den Vorschlag gemacht, statt der Bezeichnung „Hartweizen“ (Hard Wheat, für *Tr. durum* den Ausdruck „Makkaroniweizen“ zu wählen. Bei Anwendung der erstgenannten Bezeichnung sind leicht Verwechslungen mit den backfähigen, oft auch als „Hartweizen“ bezeichneten Sorten von *Tr. vulgare* möglich. Nachdem sich aber bei uns in Deutschland für die backfähigen Sorten von *Tr. vulgare* die Bezeichnung „Kleberweizen“ eingebürgert hat, können wir hier bei der Bezeichnung „Hartweizen“ für *Tr. durum* bleiben. Eine Verwechslung mit dem deutschen Ausdruck für backfähige Sorten unseres gewöhnlichen Weizens ist ja jetzt nicht mehr möglich.

Da nun, wie erwähnt, seit einigen Jahren auch deutsche Sorten von *Tr. durum* in der Prüfung für das Sortenregister stehen, entstand damit gleichzeitig die Frage nach der Möglichkeit ihrer raschen Unterscheidung von *Tr. vulgare*. Während diese an den Ähren meist leicht durchzuführen ist, entstehen aber bei alleiniger Benutzung der Körner schon erhebliche Schwierigkeiten, besonders

¹⁾ Zur Anerkennung und damit zum Handel zugelassen ist bisher „Heines deutscher Hartweizen“.

dann, wenn es geringfügige Vermischung mit *Tr. vulgare* festzustellen gilt. Bei der Kontrolle des Erntegutes im Handel sowohl als Hochzuchtsaatgut für Saatzwecke oder als Erntegut für Zwecke der Mülerei und Bäckerei ist man aber allein auf die Untersuchung der Körner angewiesen. Da nun eine Beimengung von nur 3% *Vulgare*-Körnern zum Hartweizen dessen Wert bereits mindert (Auskunft des Instituts für Mülerei in Berlin), wird es klar, daß es nicht ganz einfach ist, diese geringfügige Beimengung einwandfrei festzustellen.

Zwar kann man häufig die Ansicht vertreten finden, daß ein glasiges, eckiges Korn des Hartweizens leicht von dem mehr runden und mehligem des gewöhnlichen Weizens zu unterscheiden sei. Aber jeder, der sich mit einem größeren Material verschiedenster Sorten der beiden Arten beschäftigt hat, weiß, daß eine sichere Aussage über die Zugehörigkeit einiger weniger Körner zu der einen oder anderen Art allein auf Grund der äußeren Kornmerkmale oft nicht zu geben ist. Als Zeuge für diese Ansicht, die auch ich mir im Laufe der häufigen diesbezüglichen Untersuchungen gebildet habe, sei Fr. Koernicke (5) angeführt, der in seinem Lebenswerk „Die Arten und Varietäten des Getreides“ auf Seite 65 folgendes sagt: „Die Form der Früchte ist sehr verschieden . . . Sind sie, wie gewöhnlich, kürzer (als *Tr. polonicum*), so lassen sie sich sehr oft, für den Kundigen wenigstens, mit großer Wahrscheinlichkeit als zu *Tr. durum* gehörig erkennen.“ Wenn sich der Altmeister der Sortensystematik schon so vorsichtig ausdrückt, um wieviel schwieriger wird eine Feststellung über die Artzugehörigkeit erst für einen weniger geübten sein. Dabei ist noch zu bedenken, daß für die Praxis ein Urteil über die Sortenreinheit nicht „mit großer Wahrscheinlichkeit“, sondern mit vollkommener Sicherheit notwendig ist; wofür die alleinige Berücksichtigung der äußeren Kornmerkmale also nicht genügen kann. Wenn nun der Anbau von Hartweizen, wie geplant, durch besondere Prämien gefördert werden soll, so ist man aus Gründen, auf die hier nicht eingegangen werden kann, genötigt, den Handel auf Grund der Sortenzugehörigkeit durchzuführen und den erhöhten Preis erst nach der Feststellung der Sortenechtheit und Sortenreinheit zu zahlen. Die rasche und relativ einfache Durchführung der Prüfung von Sortenechtheit und Sortenreinheit des Hartweizens war damit eine unbedingte Notwendigkeit für die Durchführung der kurz angedeuteten, vom Reichsnährstand geplanten Maßnahmen.

Wie bereits erwähnt, gibt weder die Kornform, noch der Kornquerschnitt, noch auch seine Glasigkeit einen sicheren Anhalt. Dies liegt daran, daß wir sowohl bei *Tr. durum* wie bei *Tr. vulgare* Übergänge treffen, welche die Beurteilung erschweren. Es gibt Sorten von *Tr. durum*, wie es auch Fr. Koernicke erwähnt (5), die ein mehr rundes bauchiges Korn haben. Bei *Tr. vulgare* wieder trifft man eine Reihe von Sorten, die ein glasiges eckiges und ähnlich wie bei *Tr. durum* zugespitztes Korn zeigen. Es war daher notwendig, nach anderen, zur raschen Unterscheidung geeigneten Eigenschaften zu suchen. Diese Arbeiten wurden im Winter 1935/36 und 1936/37 durchgeführt.

Phenolfärbung der Sorten von *Tr. durum*.

Aus den bisher für die Phenolfärbung der Körner von *Tr. durum* in dem Schrifttum vorliegenden Ergebnissen schien es hervorzugehen, daß *Tr. durum* gegenüber *Tr. vulgare* einen ganz abweichenden Typ darstellte. Sowohl Friedberg (3) wie R. Miczyńska und K. Miczyński (7) weisen darauf hin, daß die von ihnen untersuchten Sorten von *Tr. durum* sich wenig oder gar nicht färben. So sagt Friedberg, daß „presque tous les *Tr. durum* ne réagissent pas du tout à l'acide phénique“. Er stellte dies bei 23 von 25 *Durum*-Sorten fest. Das gleiche findet man bei den eben genannten polnischen Autoren angegeben, die allerdings nur eine *Durum*-Sorte untersuchten. Selbst nach 24stündiger Wirkung der Phenollösung stellten sie, ebenso wie Friedberg, gar keine Färbung des Kornes fest.

Die Tatsache, daß unter Hunderten der hier untersuchten, zu *Tr. vulgare* gehörigen Weizensorten noch nie ein derartiger Typ der Färbung vorgekommen war, gab den Anlaß, gerade die Kornphenolfärbung von *Tr. durum*-Sorten zu untersuchen. Bei Bestätigung dieser eben angegebenen Befunde anderer Untersucher wäre in dieser abweichenden Phenolfärbung ein erwünschtes Mittel gefunden, um Körner von *Tr. durum* besonders auch auf Vermischungen mit gewöhnlichem Weizen zu untersuchen. Leider ergab sich das Gegenteil. Gerade die deutsche Hartweizensorte „Heines Hartweizen“ zeigte bei der, in der gleichen wie früher (13) beschriebenen Art durchgeführten Kornphenolfärbung bei ca. — 20° C keineswegs denselben, für die *Durum*-Sorten bisher bekannten Färbungstyp. Sie farbte sich bereits deutlich nach 4 Stunden und war nach 24 Stunden braun bis dunkelbraun gefärbt. Sie war also

dadurch nicht von einer großen Zahl deutscher *Vulgare*-Sorten, wie z. B. Salzmünder Standard, Strubes General v. Stocken u. a. zu unterscheiden. Zur weiteren Klärung dieser Frage wurden dann zunächst 29 Sorten von *Tr. durum* (Dahlemer Ernte 1935) auf die Phenolfärbung ihrer Körner und Spelzen (Methodik vgl. 12) hin geprüft.

Einen Auszug aus den Ergebnissen zeigt die

Übersicht I.

Phenolfärbung ¹⁾				
der Körner	nach 4 Std.	nach 24 Std.	nach 8 Tg.	der Hüllspelzen nach Entnahme aus der 1proz. Phenollösung
Sorte:				
1. Hartweizen aus Palermo	ugf.	ugf.	schw. br.	ugf.
2. Algier	br.	dbr.	s.	br.
3. Duro	br.	dbr.	s	br./dbr.
4. Sovartino	ugf.	ugf.	ugf.	ugf.
5. <i>Tr. durum affine</i> . .	br.	dbr.	s.	br./dbr.
6. Velvet Don	ugf.	hbr.	br.	br.
7. <i>Trigo Alonso</i> Cadiz . .	ugf.	ugf.	hbr.	ugf.
8. Arnautka	ugf.	hbr.	br.	ugf.

Die Sorten Nr. 1, 4, 7 und 8 entsprechen dem vorhin erwähnten, vollkommen abweichenden Färbungstyp, wie er bisher für *Tr. durum* bekannt war. Dagegen zeigen Nr. 2, 3 und 5 Färbungserscheinungen, wie sie auch von dem gewöhnlichen Weizen her bekannt sind und auch für die deutsche Hartweizensorte — leider — zutreffen. Von den 29 1935/36 geprüften *Durum*-Sorten zeigten 11 solche *Tr. vulgare* ähnlichen Färbungen. Damit ist eindeutig festgestellt, daß bei einer Reihe von *Durum*-Sorten die Phenolfärbung nicht zur eindeutigen Trennung von *Tr. durum* und *Tr. vulgare* benutzt werden kann, wie man auf Grund der bisher hierzu vorliegenden Ergebnisse hoffen konnte.

Nur kurz sei noch darauf hingewiesen, daß die für die Mehrzahl der *Vulgare*-Sorten zutreffende negative Beziehung zwischen Kornfärbung und Spelzenfärbung (vgl. 12) bei *Tr. durum* meist positiv ist. Eine Sorte mit ungefärbtem Korn zeigt auch un-

¹⁾ Die Abkürzungen bedeuten:

ugf. = ungefärbt, br. = braun, dbr. = dunkelbraun, s. = schwarz.

gefärbte Spelzen, im Gegensatz zu Sorten von *Vulgare*. Bei diesen entspricht ja einem schwach gefärbten Korn meist eine dunkelgefärbte Spelze.

Eine Nachprüfung der an dem Saatgut von 1935 gewonnenen Ergebnisse wurde an einer größeren Zahl von *Durum*-Sorten an der Ernte von 1936 vorgenommen. Diese Befunde sind für die meisten der geprüften Sorten in der Übersicht IV angegeben. Von den 59 geprüften Sorten waren nach 4 Stunden 20 Sorten hellbraun bis dunkelbraun, nach 24 Stunden 31 Sorten hellbraun bis schwarz gefärbt, also ähnlich wie *Vulgare*-Sorten. Soweit die Sorten bereits 1935 geprüft waren, stimmten sie in ihrem Färbungsgrad mit dem für 1936 festgestellten überein. Es muß also auch für 1936 festgestellt werden, daß bei einem erheblichen Teil der *Durum*-Sorten Färbungen wie bei *Tr. vulgare* vorkommen. Andererseits ist wieder, fast im gleichen Zahlenverhältnis auch der abweichende, von anderer Seite beschriebene, völlig ungefärbte Reaktionstyp festgestellt worden.

Man kann also sagen, daß die Phenolfärbung bei vielen Sorten von *Tr. durum* nicht zur einwandfreien Trennung von *Tr. vulgare* benutzt werden kann. Auf der anderen Seite ist aber auf Grund der hier wiedergegebenen Verhältnisse eine Unterscheidung der Sorten innerhalb *Tr. durum* auf Grund ihrer verschiedenen Phenolfärbung möglich, da sie im Gegensatz zu den bisherigen Annahmen keinen einheitlichen Reaktionstyp darstellen.

Gasolinfarbauszüge verschiedener Sorten von Hartweizen.

Die Untersuchung des Gasolinfarbauszuges der deutschen, zum Handel zugelassenen Hartweizensorte „Heines Hartweizen“ wurde an Ernteproben des Jahres 1936 durchgeführt. Dabei wurde die von mir auf S. 152 der „Angewandten Botanik“ (Jahrgang XVIII) beschriebene Methode I angewandt. Die Farbbewertung wurde einmal objektiv mit dem „Leifo-Photometer“ durch Feststellung der Lichtextinction¹⁾ der betreffenden Lösung, zum anderen subjektiv durch Schätzung des Farbwertes durchgeführt. Bei der Schätzung bedeutet der Farbwert „0“ einen fast wasserklaren, „1“ einen schwach gelb gefärbten Auszug (im einzelnen vgl. 12).

¹⁾ Festgestellt im chemischen Laboratorium der Biologischen Reichsanstalt bei Licht der Wellenlänge 460 mμ.

Die Übersicht II zeigt das Ergebnis.

Übersicht II. Extinktionsmodul und subjektiver Farbwert des Gasolinauszuges von sechs verschiedenen Herkünften von Heines deutschem Hartweizen (Ernte 1936).

Herkunft	Extinktionsmodul · 10 ³ „E“	Subjektiver Farbwert
Trossin	32	0
Lauchstädt.	25	0
Leipzig	25	0
Halle	27	0
Pillnitz	22	0
Alzey	22	0

An den sechs in der obigen Übersicht aufgeführten Herkünften wurde übereinstimmend eine sehr geringe Lichtextinktion festgestellt, die im Durchschnitt bei $E = 25$ lag. Die Auszüge waren, wie aus dem subjektiven Farbwert hervorgeht, fast wasserklar. Ähnliche Verhältnisse wurden bei den Gasolinauszügen von Kornproben folgender *Durum*-Sorten beobachtet: Weißer weißgranniger Hartweizen aus Palermo, Algier, Duro, Velvet Don, Behaarter Tanganrock, Belokoloska, Griechischer Hartweizen von Volo, Griechischer Hartweizen von Atalantis, Trigo nero o rubion, Dino aus Uruguay, Aristanegra de Petrel. (Über die Zugehörigkeit zu den botanischen Varietäten vergleiche man Übersicht IV.)

Man kann also sagen, daß alle untersuchten *Durum*-Sorten im Durchschnitt einen niedrigeren Carotinoidgehalt haben als die früher untersuchten Sorten von *Tr. vulgare*. Bei letzteren wurden Werte von E ermittelt, die zwischen 27 und 123 schwankten. Eine Feststellung übrigens, durch die Ergebnisse von Coleman und Christie (2) bestätigt werden, welche den Carotinoidgehalt der verschiedenen Weizenklassen in den Vereinigten Staaten bestimmten. Trotzdem ist damit aber ein sicherer Anhalt für die Unterscheidung von *Durum*- und *Vulgare*-Sorten nicht gegeben, weil auch bei dem gewöhnlichen Weizen Sorten mit fast wasserklarem Gasolinauszug vorkommen (Janetzki's früher Sommerweizen, Janetzki's Kreuzung L, Rimpaus Bastard Winterweizen u. a.). Dagegen zeigen sich deutliche Unterschiede in der Schnelligkeit, mit der das Klarwerden der Gasolinauszüge nach dem Schütteln des Schrotcs eintritt. Beim Hartweizen mit seinem harten glasigen Korn setzt sich das Schrot rascher ab. Da die Suspension

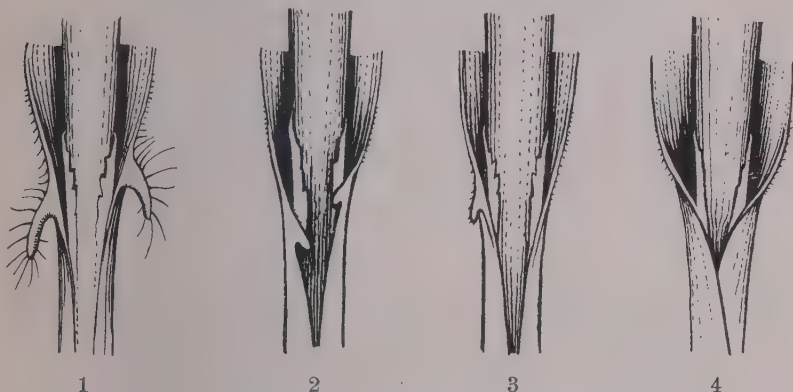
erheblich weniger reich an Stärketeilchen ist als bei dem mehligem Schrot des gewöhnlichen Weizens, wird der Auszug von Hartweizen in erheblich kürzerer Zeit klar. Doch ist auch damit nur ein weiterer, leider nicht genügend sicherer Anhaltspunkt bei der Sortenbestimmung gegeben.

Keimpflanzenmerkmale von *Tr. durum*.

Nachdem alle Versuche am Korn selbst rasch zu bestimmende, für *Tr. durum* allein gültige Merkmale und Eigenschaften zu finden, fehlgeschlagen waren, hat die Untersuchung der auch in relativ kurzer Zeit zu bestimmenden Keimpflanzenmerkmale weiter geführt. Vor Jahren wurde von mir nachgewiesen, daß bei der Ausbildung der im Treibhaus angezogenen Keimpflanzen sortentypische und konstante Merkmale zu erkennen sind, die gut zu einer raschen Sortenbestimmung benutzt werden können (11). Diese Ergebnisse sind in der Zwischenzeit auch an polnischen (10) und kanadischen (4) Weizensorten bestätigt worden. Da aber über die Keimpflanzenmerkmale von *Tr. durum* m. W. bisher keine Ergebnisse vorlagen, war es naheliegend, sie zu untersuchen. Die Anzucht der Keimpflanzen wurde im Treibhaus bei einer Temperatur von etwa $+20^{\circ}\text{C}$ in der früher beschriebenen Art in den Monaten Dezember bis April durchgeführt. Je Sorte und Herkunft wurden meist 20 bis 50 Pflanzen bis zur Entwicklung des ersten Laubblattes herangezogen und dann mit einem Binokular bei 30facher Vergrößerung untersucht. Bei den meisten der in Übersicht IV (siehe S. 256—257) aufgeführten Sorten wurden die Pflanzen aus dem Saatgut der Jahre 1935 und 1936 herangezogen. Um die Untersuchungen an einem möglichst großen Sortiment von Sorten des Hartweizens durchzuführen, wurden sämtliche in unserem Dahlemer Sortiment befindlichen Sorten von *Tr. durum* (insgesamt 65) dazu benutzt. Ein Teil dieser Sorten stammt noch aus dem alten Koernickeschen Sortiment, der größere Teil dagegen wurde in den vergangenen Jahren aus den verschiedensten Ländern¹⁾ auf meine Bitte hin eingesandt.

¹⁾ Für die freundliche Überlassung von Saatgut sei folgenden Herren bestens gedankt: A. Ruiz de Arcaute, Madrid; F. Christiansen-Weniger, Ankara; J. A. Clark, Washington, D. C.; R. Griste, Teheran; K. O. Müller, Berlin-Dahlem; I. S. Papadakis, Saloniki; J. Przyborowski, Krakau; A. Sirry, Bathim bei Kairo.

Die Untersuchung der Blattscheidenbehaarung des ersten Laubblattes, in der früher beschriebenen Art vorgenommen, ergab bei der überwiegenden Mehrzahl nur schwache bis fast ganz fehlende Behaarung. Nur eine aus Tunis eingesandte Sorte Sbei zeigte mittlere Behaarung. Auch in der Ausprägung der Behaarung ergab sich also keine Trennungsmöglichkeit von den zu *Tr. vulgare* gehörigen Sorten, bei denen ja Vertreter aller Gruppen (unbehaart bis stark behaart) vorkommen.



Verschiedene Ausbildung, betr. Fehlen der Blattöhrchen bei *Tr. vulgare* und *Tr. durum*.

Bei der Untersuchung der Blattöhrchen aber stellte sich überraschenderweise heraus, daß sie am ersten Laubblatt im Gegensatz zu *Tr. vulgare* fast vollständig fehlen. Die Abbildung gibt die Verhältnisse wieder. Unter Nr. 1, ganz links im Bilde, ist ein für Sorten von *Tr. vulgare* typisches Laubblatt mit deutlich entwickelten und mit Wimperhaaren besetzten Blattöhrchen wiedergegeben (der Anschaulichkeit halber nach außen umgelegt gezeichnet). Unter 4 ist dann die für viele Sorten von *Tr. durum* charakteristische Art des völligen Fehlens eines Blattöhrchens wiedergegeben, wie sie auch für die deutschen Sorten von *Tr. durum* zutrifft. Es kommt dann noch die andeutungsweise Ausbildung nur eines Blattöhrchens (Nr. 3) oder auch von 2 kleinen Blattöhrchen (Nr. 2) vor, die meist völlig unbewimpert sind. Aber auch sie sind leicht von den für *Tr. vulgare* typischen Blattöhrchen zu unterscheiden.

Da bereits früher von mir in eingehenden Untersuchungen die Konstanz der Keimpflanzenmerkmale bei den gleichen Anzucht-

bedingungen, wie sie hier gegeben waren, gezeigt wurde, konnte sie auch für das neue Merkmal mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden. Durch die Untersuchung von Keimpflanzen, die aus 2 Ernten der Jahre 1935 und 1936 stammten, wurde die genannte Annahme auch voll bestätigt. Einen Auszug aus diesen an 65 Sorten von *Tr. durum* durchgeführten Untersuchungen gibt die folgende Übersicht III (s. S. 254).

Aus der folgenden Übersicht III geht eindeutig hervor, daß Pflanzen mit *Tr. vulgare* ähnlichen Blattöhrchen in keinem Fall gefunden wurden. An allen aus der Ernte 1936 erwachsenen Pflanzen wurde das Fehlen jeglicher Blattöhrchen festgestellt, während bei der Ernte 1935 neben völligem Fehlen auch bei einer geringen Anzahl von Pflanzen die in der Abbildung unter 2 und 3 wiedergegebenen schwach ausgebildeten Blattöhrchen beobachtet wurden. Doch sind auch diese Keimpflanzen, wie bereits bemerkt, einwandfrei von *Tr. vulgare* zu unterscheiden.

Übersicht III. Fehlen bzw. Auftreten von Blattöhrchen am ersten Laubblatt der Keimpflanzen von *Tr. durum*. Jahrgang Dahlemer Ernte 1935 und 1936. Zahl der untersuchten Pflanzen: 30—50. Anzucht im Treibhaus bei ca. $+20^{\circ}$ C.

Sorte	Prozentsatz der Pflanzen ohne Blattöhrchen	Mit einem kl. unbewimp. bis schwach bewimp. Blattöhrchen	Mit zwei kl. unbewimp. bis schwach bewimp. Blattöhrchen	Mit zwei stark bewimp. <i>vulgare</i> - ähnlichen Blatt- öhrchen
Kubanka	1935: 93,5	6,5	—	—
CI 1440	1936: 100	—	—	—
Mindum	1935: 75	7,5	17,5	—
	1936: 100	—	—	—
Monad	1935: 100	—	—	—
CI 3320	1936: 100	—	—	—
Kriti	1935: 85,6	3,0	11,4	—
	1936: 100	—	—	—
Corinthos	1935: 65	—	35	—
	1936: 100	—	—	—
Heines dtsh.	1935: 94	6,0	—	—
Hartweizen	1936: 100	—	—	—

Die Konstanz dieses Merkmals wurde weiter durch Untersuchung von zwanzig aus den verschiedensten Teilen Deutschlands stammenden Herkünften der Sorte „Heines deutscher Hartweizen“ (Ernte 1936), nachgewiesen, bei der sich in keinem Falle eine Abweichung zeigte.

Damit ist nachgewiesen, daß in der Untersuchung der Blattöhrchenausbildung besonders auch bei der deutschen Sorte „Heines deutscher Hartweizen“, für die es aus praktischen Gründen von besonderem Interesse ist, eine Möglichkeit gegeben ist, innerhalb zehn bis elf Tagen bei einer Probe die Zugehörigkeit zu *Tr. durum* zu bestimmen. Selbstverständlich ist es ebenso möglich, auch geringe Vermischungen mit *Tr. vulgare* mit Sicherheit eindeutig zu bestimmen.

Es ist nun noch besonders interessant zu prüfen, ob in diesem Fehlen der Blattöhrchen am ersten Laubblatt ein für *Tr. durum* gegenüber *Tr. vulgare* immer zutreffendes Artmerkmal gegeben ist. Die seit 1928/29 oft wiederholten und an Hunderten von zu *Tr. vulgare* gehörigen Sorten vorgenommenen Untersuchungen lassen das Vorhandensein der Blattöhrchen in der für *Tr. vulgare* charakteristischen Ausbildung höchstwahrscheinlich als für diese Art typisch erscheinen.

Wie die Untersuchung der 65 zu *Tr. durum* gehörigen Sorten gezeigt hat, fehlt ihnen allen das unterste Blattöhrchen. Die nachstehende Übersicht IV (s. S. 256—257) soll nun über die morphologische Beschaffenheit der untersuchten Sorten durch Angabe der Varietätenbezeichnung Auskunft geben. Sie kann allerdings nicht für alle untersuchten Hartweizen angegeben werden, da bei einigen die zur Bestimmung notwendigen Ährenproben fehlen. Ferner geht aus der Übersicht hervor, aus welchem Lande die betreffende Sorte stammt, und weiter ist, soweit wie möglich, die Angabe gemacht, wo sie am häufigsten angebaut wird. Schließlich ist noch die Kornphenolfärbung zur weiteren Kennzeichnung der Sorten angeführt.

Ferner wurden folgende Sorten untersucht, über die nähere Angaben fehlen:

Duro (var. *affine* Kcke.), Sovartino (var. *affine* Kcke.), *Tr. durum affine* Kcke. (ohne Sortenbezeichnung), Velvet Don (var. *melanopus* Al.), *Tr. durum melanopum* Al. (ohne Sortenbezeichnung), Behaarter Taganrock, Missojen (var. *murciense* Kcke.), Belokoloska (?) (var. *hordeiforme* Host.), Arnautischer Hartweizen (var. *hordeiforme* Host.), *Tr. durum taganrocense* Desv. (ohne Bezeichnung), Amerikanischer Ohio (var. *obscurum* Kcke.), Schwarze Madonna (var. *coerulescens* Kcke.), Langlois (nicht bestimmt), Dur de Medeah (nicht bestimmt), *Tr. durum obscurum* Kcke. (ohne Bezeichnung), *Tr. durum Valenciae* Kcke. (ohne Bezeichnung), ferner 7 unbestimmte

Übersicht
Aufstellung der von *Triticum*

Sortenbezeichnung	Varietät	Land
Buhi	<i>erythromelan</i> Kcke.	Ägypten
Algerian	nicht bestimmt	"
Meshaiti	" "	"
Algier	<i>leucurum</i> Al.	Algier
Tschirpan	<i>hordeiforme</i> Host.	Bulgarien
Tschirpan	<i>melanopus</i> Al.	"
Tschirpan	<i>affine</i> Kcke.	"
Camboura 1378	<i>melanopus</i> Al.	Griechenland
Hartweizen von Volo	<i>hordeiforme</i> Host.	"
Griech. Paros	" "	"
Hartweizen von Atalantis	" "	"
Katerini	" "	"
Kriti	<i>leucomelan</i> Al.	"
Korinthos	<i>Reichenbachii</i> Kcke.	"
Pseudoarnauti	<i>hordeiforme</i> Host.	"
Trimini	<i>affine</i> Kcke.	"
Eretria	" "	"
Pulawska twarda	<i>hordeiforme</i> Host.	Polen
Rojal de Linarea	" "	Spanien
Aristanegra de Petrel	<i>coerulescens</i> Bayle	"
Trigo Alonso Cadiz	<i>melanopus</i> Al.	"
Weißer Hartweizen aus Portugal	<i>leucurum</i> Al.	Portugal
Krummzahniger Hartweizen aus Palermo	<i>campylodon</i> Kcke.	Italien
Trigo nero o rubion	<i>provinciale</i> Al.	Italien, Spanien
Russia	nicht bestimmt	Tunis
Mahamoudi	" "	"
M'Rari	" "	"
S'bei	" "	"
Mahamoudi 552	" "	"
Palestine 864	" "	"
Biskri	" "	"
Dino	<i>apulicum</i> Kcke.	Uruguay
— 0309	<i>affine</i> Kcke.	Rußland
— 010	<i>hordeiforme</i> Host.	"
Kubanka CI 1440	" "	U.S.A.
Mindum CI 5296	" "	"
Monad CI 3320	" "	"
Pentad CI 3322	<i>affine</i> Kcke.	"
Ancara 253/29	<i>leucurum</i> Al.	Türkei
Yisiltroy	<i>erythromelan</i> Al.	"

IV.

durum untersuchten Sorten.

Gegend, in der hauptsächlich angebaut	Kornphenolfärbung nach	
	4 Std.	24 Std.
nicht bekannt	gemischt	gemischt
" "	ungefärbt	fast ugf.
" "	"	" "
" "	braun	dkbr.
" "	ungefärbt	hbr.
" "	fast ungefärbt	"
" "	nicht geprüft	nicht geprüft
" "	ungefärbt	hbr.
Thessalien	"	"
nicht bekannt	"	fast ugf.
" "	"	" "
Ebenen von Nordostgriechenland, Boeotien	"	" "
Kreta	braun	dkbr.
Ebenen Griechenlands	hellbraun	braun
nicht bekannt	ungefärbt	fast ugf.
Argolis, Corinth, Peloponnes, Samos	dunkelbraun	schwarz
Attika, Boeotien, Euboea	ungefärbt	ugf.
nicht bekannt	"	fast ugf.
Guadalquivir, Balearen	"	ugf.
Balearen, Guadalquivir	"	fast ugf.
Sevilla	"	ugf.
nicht bekannt	"	"
" "	braun	dkbr.
" "	"	schwarz
" "	nicht geprüft	nicht geprüft
" "	ungefärbt	ugf.
" "	braun	dkbr.
" "	ungefärbt	ugf.
" "	"	"
" "	"	"
" "	"	"
" "	"	hbr.
" "	dunkelbraun	schwarz
" "	hellbraun	braun
Nord-Dakota	ungefärbt	ugf.
Minnesota, Nord- u. Süd-Dakota	"	fast ugf.
Nord- u. Süd-Dakota	"	ugf.
Nord- u. Süd-Dakota, Minnesota, Wyoming	dunkelbraun	schwarz
nicht bekannt	ungefärbt	hbr.
" "	"	ugf.

Formen aus Kleinasien. Letztere stammten aus folgenden Gebieten: Kastamuni (Übergangszone südlich vom Schwarzen Meer), Karaka-Bey (südlich vom Marmara-Meer), Skutari (bei Stambul), Adana (Cilicien), Kuş Adası (bei Smyrna).

Die Angaben über die Gegenden, in denen die betreffenden *Durum*-Sorten hauptsächlich angebaut werden, verdanke ich entweder den Einsendern, oder sie sind den im Schriftenverzeichnis erwähnten Veröffentlichungen entnommen.

Die untersuchten *Durum*-Sorten gehören 14 Varietäten an. Sie stammen aus dreizehn, über vier Erdteile verteilten Ländern und innerhalb dieser wieder aus verschiedensten Gegenden. So seien die aus der kleinasiatischen Türkei stammenden Proben erwähnt, die aus dem Norden, Westen und Süden des weiten Gebietes kamen. Ferner die in den verschiedensten Teilen Griechenlands angebauten griechischen Sorten.

Die sehr verschiedene morphologische Zusammensetzung der geprüften *Durum*-Sorten, wie auch die sehr verschiedene geographische Herkunft des untersuchten Materials geht also aus der Übersicht IV hervor. Es spricht daher eine erhebliche Wahrscheinlichkeit dafür, daß in dem einheitlichen Fehlen der Blattöhrchen am ersten Laubblatt ein für *Tr. durum* gegenüber *Tr. vulgare* charakteristisches Merkmal vorliegt. Eine Reihe zu *Tr. turgidum* gehöriger Sorten scheint, wie auf Grund früherer (11) Untersuchungen angenommen werden kann, in der Ausbildung der Blattöhrchen eine Mittelstellung einzunehmen. Von fünfzehn *Turgidum*-Sorten zeigten acht ein im Vergleich zu *Vulgare*-Sorten kleines, nur schwach bewimpertes Blattöhrchen. Erst die Untersuchung eines weit größeren Materials wird aber hierüber endgültige Klarheit bringen können. Auf Grund des hier erbrachten Materials kann aber gesagt werden, daß die Berücksichtigung dieses neuen Merkmals in vielen Fällen bei der kurzfristigen Unterscheidung von *Tr. durum* und *Tr. vulgare* gute Dienste leisten wird.

Zusammenfassung.

1. Die zu *Triticum durum* gehörigen 59 verschiedenen hier untersuchten Sorten stellen in ihrer Phenolfärbung keinen einheitlichen, von *Tr. vulgare* leicht zu trennenden Färbungstyp dar, wie bisher angenommen wurde. Die verschiedene Phenolfärbung kann dagegen aber wohl zur Unterscheidung der Sorten innerhalb *Tr. durum* benutzt werden.

2. Zwischen der Phenolfärbung der Körner und Spelzen besteht bei den hier untersuchten Sorten von *Tr. durum* im Gegensatz zu den meisten Sorten von *Tr. vulgare* eine positive Beziehung.

3. Der Gasolinfarbauszug einer Reihe von *Durum*-Sorten wurde als fast farblos festgestellt. Der Extinktionswert der Lösung liegt bei den Sorten von *Tr. durum* niedriger als beim Durchschnitt der zu *Tr. vulgare* gehörigen Sorten.

4. In dem Fehlen des Blattöhrchens (auricula) am ersten Laubblatt wurde ein brauchbares Merkmal gefunden, um in vielen Fällen durch einen kurzfristigen Versuch die Zugehörigkeit einer Kornprobe zu *Tr. durum* leicht zu bestimmen. Durch Anzucht der Keimpflanzen läßt sich das Merkmal nach etwa 10—11 Tagen feststellen, wodurch die sichere und verhältnismäßig rasche Feststellung der Sortenechtheit und Sortenreinheit der deutschen *Durum*-Sorten ermöglicht wird.

Schriftenverzeichnis.

1. Clark, J. A. und Bayles, B. B. Classification of Wheat varieties grown in the United States. U. S. Dep. of Agric. Tech. Bull. No. 459, 1935.
2. Coleman, D. A. und Christie, A. The Gasoline Color Value of several classes of wheat. Cereal Chemistry, III, 188—193, 1926.
3. Friedberg, L. Essai de classification des Blés d'après leur réaction à l'acide phénique. Ann. Agron. Nouv. Ser., 697—736, 1933.
4. Harrington, I. B. Seedling hairiness as a varietal identification character in wheat. Scient. Agric. 13, 119—125, 1932.
5. Koernicke, Fr. und Werner, H. Arten und Varietäten des Getreides (Handbuch des Getreidebaues Band I und II). Berlin 1885.
6. Maurizio, A. Die Nahrungsmittel aus Getreide. II. Band. Berlin 1919.
7. Miczynska, B. und Miczynski, K. Die Phenolfärbung der Körner und Ähren als Unterscheidungsmerkmal der polnischen Weizensorten. Ang. Bot., XVIII, 1—12, 1936.
8. Papadakis, I. S. Formes Grecques de Blé. Bull. Scientif. No. 1. Saloniki 1929.
9. Percival, J. The wheat plant. A monograph. London 1921.
10. Slabonski, A. Über die Unterscheidung der polnischen Weizensorten nach den Merkmalen der Körner und der Keimpflanzen. Roczniki Nauk Rolniczych i Lesnych, XXXV, 415—443, 1936.
11. Voss, J. Die Untersuchung der Keimpflanzen als Hilfsmittel der Sortenfeststellung beim Weizen. Heft 39 der Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 39—62, 1930.
12. —. Über Phenolfärbung und Carotinoidgehalt von Weizen und ihre Verwendung zur Sortenunterscheidung. Ang. Bot., XVIII, 149—204, 1936.
13. —. Die Unterscheidung von Weizensorten am Korn und im kurzfristigen Laboratoriumsversuch. Heft 51 der Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin 1935.

Das Fritfliegenproblem beim Hafer auf wachstums- physiologischer Grundlage.

Von

Arnold Scheibe.

(Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Gießen.)

Mit 3 Textabbildungen.

Inhalt.	Seite
1. Die Problemstellung	260
2. Methodisches	265
3. Fritfliegenversuche in Dahlem 1928	266
4. Fritfliegenversuche in Gießen 1928	272
5. Fritfliegenversuche in Gießen und in Muttrin 1929	276
6. Wachstumsrhythmus und Fritfliegen-Resistenz der Hafersorten	280
7. Zusammenfassung	288
Literatur	289

1. Die Problemstellung.

In der landwirtschaftlichen Wissenschaft und Praxis ist es eine seit langem bekannte Beobachtung, daß die Anfälligkeit bzw. Widerstandsfähigkeit der einzelnen Hafersorten gegenüber der Fritfliege (*Oscinis frit* L.) mit ihren sorteneigentümlichen Entwicklungsverhältnissen in gewissem Zusammenhange steht. Abgesehen von einigen wenigen Sachbearbeitern, welche die Fritfliegenresistenz vorwiegend auf eine sortenspezifische Blattstruktur oder auf noch unbekannte zellphysiologische Eigentümlichkeiten der Sorten zurückführen wollen (Kleine), betonen die meisten Autoren immer wieder die Zusammenhänge, die zwischen Fritresistenz und Wachstumsverlauf der Sorten bestehen [Hiltner (6), Finsler (4), R. Meyer (17), Scharnagel (20), Korhammer (16), Götze (5), Blunck u. Ludewig (1) u. a. m.]. Sehen wir hier von den in Deutschland weit geringeren Fritfliegenschäden des Hafers im Rispenstadium ab und beschränken wir uns hier lediglich auf die Befallsverhältnisse der Sorten in ihren ersten Wachstumsstadien, besonders im Keimpflanzen- und Bestockungsstadium, so ist der angegebene Zusammenhang naheliegend.

Aus einer Reihe eingehender Untersuchungen von entomologischer Seite ist bekannt, daß die Fritfliege bei ihrer Eiablage

ausgesprochen die jüngsten Haferpflanzen bzw. -triebe bevorzugt. R. Meyer (17) spricht beim Hafer von einer bevorzugten Blattlänge bis 12 cm, über die hinaus die Eiablage sehr schnell abnahm; Finsler (4) gibt etwa „Handhöhe“ als oberste Anfälligkeitsgrenze der Hafertriebe für die Fritfliege an. In Versuchen, bei welchen die Keimpflanzen junger Hafersaaten bei bestimmten Blattlängen durch Gazekästen abgedeckt wurden, konnten Schander und Meyer (19) einwandfrei feststellen, daß die Fritfliege zu ihrer Eiablage vorwiegend die jüngsten Blattstadien bevorzugt. Der Fritbefall erfolgte in Prozenten bei Pflänzchen folgender Blattlängen:

bei einer Größe von	8—12 cm	57 %
" " " "	15—22 cm	19 %
" " " "	25—30 cm	15 %

Ganz allgemein wird also das früheste Keimpflanzenstadium als die für den Fritbefall kritische Periode angesehen. Trifft nun dieses gefährdete Pflanzenstadium mit einem maximalen Frühjahrsauftreten der Fritfliege zusammen, so ist eine zumeist starke Pflanzenschädigung das Ergebnis; ist die genannte kritische Periode von den Pflanzen oder wenigstens von ihren Hauptachsen bereits durchlaufen, so sind nur vereinzelte und den Gesamtertrag kaum merklich beeinflussende Schäden festzustellen. Auf dieser Beobachtung beruht bekanntlich die sogenannte „Saatregel“, die für die Sommersaaten — insbesondere für den Hafer — eine möglichst frühzeitige Aussaat verlangt (vor dem 15. April), damit der Pflanzenbestand dann zur Zeit des ersten größeren Fritauftretens bereits über die kritische Periode hinausgehoben ist. In gleicher Richtung bewegt sich weiter auch die Beobachtung, daß bei einheitlichen Aussaatzeiten verschiedener Hafersorten fast immer diejenigen Sorten die geringeren Befallsprozente aufweisen, die durch besondere Frohwüchsigkeit im Keimpflanzenstadium ausgezeichnet sind. Daß die in dieser Grundrichtung liegenden Ergebnisse in einzelnen Versuchsjahren je nach den vorgenommenen Aussaatzeiten der Hafersorten, je nach den herrschenden Klimaverhältnissen sowie je nach Zeit und Stärke des Fritfliegenauftretens usw. weitgehend schwanken oder auch ganz verwischt werden können, ist erklärlich. Die angedeutete Grundbeobachtung läßt sich indessen bei einigermaßen geschickter Versuchsanstellung immer wieder machen; in der Fritfliegen-Literatur findet sich eine vielfache Bestätigung.

Ausgehend von den genannten Erfahrungen habe ich im Rahmen umfangreicher wachstumsphysiologischer Studien an Herkünften verschiedener Hafersorten bereits vor Jahren Fritfliegenversuche durchgeführt, die in die Zusammenhänge zwischen Wachstumsgeschwindigkeit von Sorten und Herkünften im Keimpflanzenstadium und ihre Fritresistenz bzw. -anfälligkeit tiefer eindringen sollten. Um bei diesen Untersuchungen von vornherein mögliche Einwände älterer Autoren über ein Vorliegen „sortenspezifischer Blattstrukturen“ oder „sorteneigentümlicher physiologischer Frit-Antikörper“ auszuschließen, mußte mit einem weitgehend einheitlichen Sortenmaterial gearbeitet werden. Dieses stand in Form genetisch reiner Linien bei einer Reihe von Haferzuchtsorten ausreichend zur Verfügung. Darüber hinaus aber bot weiter das Vorliegen einer Reihe extremer Herkünfte jeder Sorte die hinreichende Möglichkeit, auf Grund einer verschiedenen physiologischen Saatgutkonstitution Pflanzenbestände zu erzielen, die sich in ihrem Jugendwachstum erheblich unterschieden.

In einer Reihe früherer Arbeiten [Scheibe (22, 23, 24, 25)] habe ich den Nachweis führen können, daß wir bei Samenherkünften einer Getreidesorte im Prinzip zwei gegensätzliche Herkunftsgruppen unterscheiden können: „Trockenherkünfte“ und „Feuchtherkünfte“. Die ersteren sind gekennzeichnet durch einen hohen Rohrzucker- und Eiweißgehalt, die letzteren durch entsprechend niedrigere Werte. Weiter konnte ich aufzeigen, daß Samenproben erstgenannter Herkünfte auf Grund ihrer physiologischen „Trockenkonstitution“ unter ganz bestimmten Umweltbedingungen schneller keimen und das Keimpflanzenstadium schneller durchlaufen als Herkünfte mit einer physiologischen „Feuchtkonstitution“ [Scheibe (21, 22, 23)]. Neben dem Nachweis dieser Sachverhalte an verschieden konstituierten deutschen Herkünften ließen sich die kausalen Zusammenhänge zwischen Saatgutkonstitution und Wachstumsverlauf der Pflanzen besonders augenfällig bei der Verwendung extremer Samenprovenienzen aufzeigen, wie sie beim Vergleich deutscher „Feuchtherkünfte“ mit „Trockenherkünften“ aus dem rumänischen Banat gegeben waren. Wie weitgehend die Auswirkung einer verschiedenen Saatgutkonstitution auf das Wachstumsbild der Keimpflanzen ist, mögen die Abbildungen 1 und 2, die einer früheren Arbeit entnommen sind, hier nochmals verdeutlichen.

Entsprechend den geschilderten früheren Befunden war nun mit der Wahrscheinlichkeit zu rechnen, daß infolge einer gesteig-

gerten Jugendentwicklung bei Trockenherkünften sich auch eine erhöhte Fritfliegenresistenz bemerkbar machen würde. Weiter stand zu erwarten, daß entsprechend den Wachstumsunterschieden im Keimpflanzenstadium zwischen zwei in Vergleich gesetzten Herkunftsn einer Sorte die Fritbefallsunterschiede sich besonders bei solchen Hafersorten geltend machen würden, die an sich



Abb. 1. *Fichtelgebirgshafer*. Links: Trockenherkunft Banat (3. Nachbau); rechts: Feuchtherkunft Marktredwitz (Original). Aussaat vom 31. III. 1929; Pflanzen 12 Tage alt.



Abb. 2. *Fichtelgebirgshafer*. Links: Trockenherkunft Banat (3. Nachbau); rechts: Feuchtherkunft Marktredwitz (Original). Aussaat vom 31. III. 1929; Pflanzen 51 Tage alt.

spätreif sind und die vor allem durch ein relativ träges Jugendwachstum gekennzeichnet sind, wie wir das erfahrungsgemäß bei einer Reihe von Weißhafersorten finden. Und schließlich drittens war anzunehmen, daß die Unterschiede im Fritfliegenbefall bei den Vergleichsherkünften einer Hafersorte an verschiedenen Anbau-

stationen verschieden ausfallen müßten, je nachdem ob die klimatischen Verhältnisse des betreffenden Anbauortes bzw. Anbaujahres eine Akzentuierung möglicher Wachstumsunterschiede oder eine Verwischung derselben hervorruft.

Die angedeuteten Vermutungen waren die Ursache für eine Reihe besonderer Fritfliegenversuche, die in den Jahren 1928 und 1929 an drei klimatisch verschiedenen und geographisch weit voneinander entfernt liegenden Stellen Deutschlands durchgeführt wurden. Die Versuchsanordnung war dabei so getroffen, daß in jedem Versuche bei jeder geprüften Hafersorte immer eine Trockenherkunft mit einer entsprechenden Feuchtherkunft in Vergleich gesetzt wurde. Um auch hier die Sachlage in den Grundzügen und eindeutig klären zu können, wurde mit extremen Herkünften derselben Sorten gearbeitet: es diente jeweils eine Herkunft aus dem kontinentalen Banat als „Trockenprovenienz“, eine deutsche Original-Herkunft des Züchters als „Feuchtprovenienz“. Die chemischen Werte der Haferproben, die zur Kennzeichnung der Saatgutkonstitution von Bedeutung sind, sind unten in den Tabellen 2, 5 und 6, die die Ergebnisse bringen, für jede Sorte und Herkunft vermerkt. Um die Korngrößen der beiden Vergleichsherkünfte jeder Sorte nicht zu stark differieren zu lassen und damit Fehlerquellen auch von dieser Seite zu vermeiden, wurden von den Trockenherkünften besonders großkörnige Samen ausgelesen, so daß das Tausendkorngewicht beider Vergleichsprovenienzen annähernd gleich war. Im übrigen wurden die Versuchspartzellen nicht nach dem Korngewicht, sondern nach der Kornanzahl mit Hilfe von Legeplatten besät.

Die Versuche wurden 1928 und 1929 an der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Gießen sowie auf dem Versuchsfeld der Biologischen Reichsanstalt in Dahlem durchgeführt, außerdem 1929 noch in der Saatzuchtwirtschaft Muttrin, Kreis Stolp in Pommern. Dem damaligen Leiter der Hessischen Hauptstelle für Pflanzenschutz, Herrn Dr. G. O. Appel, Gießen, sowie Herrn Saatzuchtleiter Joachim von Zitzewitz, Muttrin, sage ich auch an dieser Stelle verbindlichsten Dank für die große Mühewaltung bei der Durchführung der Versuche. Daß im übrigen die Auswertung und Veröffentlichung dieser Versuche mir erst heute möglich ist, ist einmal durch eine jahrelange Auslandszeit, zum anderen durch dringende Arbeiten auf anderen Sachgebieten begründet. Der prinzipielle Wert der hier wiedergegebenen Versuchsbefunde ist indessen keines-

wegs überholt; vielmehr dürfte die hier niedergelegte Gedanken- und Beweisführung an einen wichtigen, wenn nicht an den entscheidenden Punkt des Fritfliegenproblems heranzuführen.

2. Methodisches.

Die Anlage der Fritfliegenversuche erfolgte nach einheitlichem Plane; es sind in dieser Hinsicht folgende kurze Angaben zu machen:

Bei jedem Versuche wurde an jeder Anbaustelle je eine Früh- und eine Spätsaat vorgenommen. Die Aussaatzeitpunkte waren den betreffenden Versuchsanstellern selbst überlassen; vereinbarungsgemäß sollte die Frühsaat ungefähr mit der ersten ortsüblichen Haferaussaat zusammenfallen, die Spätsaat etwa vier Wochen später. Für das Jahr 1929 liegen für Muttrin und Gießen nur Versuche mit einmaligen Aussaatzeiten vor, die ungefähr mit den letzten ortsüblichen Haferaussaatterminen übereinstimmen. Die Versuche wurden — je nach den einzelnen Versuchsstellen und Jahren verschieden — in zwei- bis vierfacher Wiederholung durchgeführt. In jedem Falle genügte die Anzahl der Versuche, um die für uns wichtige Sachlage hinlänglich zu kennzeichnen. Die Parzellengrößen betrugen 2×3 m, die Aussaatweite der Körner 10×20 cm. Die Versuche lagen zumeist innerhalb feldmäßig bestellter Haferschläge, so daß Düngung und Bodenbearbeitung den ortsüblichen Verhältnissen entsprachen.

Für die Auswertung von Fritfliegenversuchen ist die Beurteilungsmethode von größter Wichtigkeit. Je nach der Wahl des Auswertungsverfahrens werden die Fritschäden mehr oder weniger deutlich hervortreten. Wie schon R. Meyer (17) und Götze (5) ausdrücklich betont haben, sind Ertragsfeststellungen für die Beurteilung eines Fritfliegenschadens wenig geeignet; es sei denn, daß Vergleichsparzellen auf experimentellem Wege (durch Gaze-kästen od. ähnl.) völlig Frit-frei gehalten werden, was methodisch in größerem Umfange aber nur schwer durchführbar ist. Selbst wenn man, wie das Kleine bei seinen zahlreichen Fritfliegenstudien getan hat, die Erträge geschädigter Haferparzellen von Spätsaaten auf die Erträge weniger geschädigter Parzellen der entsprechenden Frühsaaten zurückbezieht, wird man nur sehr unvollkommen den eigentlichen Fritschaden einer Aussaat und Sorte erhalten. Denn es ist ja eine bekannte Erfahrungstatsache, daß verschiedene Aussaatzeiten durchaus keine gleichen Erntehöhen ergeben, daß vielmehr die Spätsaaten — ganz abgesehen von einem etwa vorliegenden Fritfliegenbefall — fast immer im Ertrage hinter den Frühsaaten zurückstehen. Unter diesen Umständen ist Götze durchaus zuzustimmen, wenn er sagt, daß man zwecks Ermittlung des Fritfliegen-

schadens von Hafersorten um eine möglichst genaue Auszählung der geschädigten Pflanzen (Herzblattvergilbung) nicht herum kommt, und daß man weiter zur Stütze dieser Beurteilungsmethode noch die Befunde durch ein häufiges Herauspräparieren der Larven bzw. Puppen erhärten sollte.

Unter diesen Gesichtspunkten haben wir folgende Beurteilungsverfahren für die Fritfliegen Schäden in unseren Versuchen verwendet:

Zur Zeit des ersten deutlichen Fritfliegenauftretens wurde bei jeder einzelnen Parzelle die Gesamtpflanzenanzahl festgestellt und nach Auszählung derjenigen Pflanzen, die ein vergilbtes oder abgestorbenes Herzblättchen aufwiesen, der Prozentsatz der befallenen Pflanzen berechnet. Diese Beurteilungsmethode wurde nach Möglichkeit mehrfach während der Vegetation wiederholt. Gleichzeitig wurde durch häufigeres Aufpräparieren geschädigter Pflanzen bzw. Halme nachkontrolliert, ob tatsächlich die vergilbten Herzblättchen auf den Fraß der Fritfliegenlarve zurückzuführen waren, oder ob es sich auch noch um andere Störungen vielleicht auch physiologischer Art handelte. Weiter haben wir bei einigen Versuchen in Anlehnung an das Vorgehen von Scharnagel (20) bei der Ernte die Gesamtzahl der Achsen festgestellt, die je Parzelle gebildet worden sind, und haben hierbei den Prozentsatz derjenigen Achsen ermittelt, die überhaupt noch zur Rispenbildung gekommen sind. Wenn auch bei dieser letzteren Beurteilungsweise nicht alle Achsen, die zur Zeit der Ernte rispenfrei geblieben sind, als durch *Oscinis frit* beschädigt angesehen werden dürfen, so ist doch sicherlich bei den meisten Achsen das rechtzeitige Rispenschieben durch den Fritfliegenfraß im Jugendstadium verhindert worden, so daß der dadurch verursachte Rispenmangel auf das Konto der Fritfliege zu schreiben ist. Im übrigen deckten sich die Befunde beider Beurteilungsmethoden recht gut; sie boten gegenseitige Ergänzung sowie eine mehrfache Bestätigung der Allgemeinbefunde.

Es ist nun nicht beabsichtigt, die Ergebnisse von sämtlichen durchgeführten Versuchen hier wiederzugeben. An einigen Beispielen sollen vielmehr diejenigen Gesichtspunkte aufgezeigt werden, die vom wachstumsphysiologischen Standpunkte betrachtet für das Fritfliegenproblem uns wichtig und bisher nicht genügend berücksichtigt erscheinen.

3. Fritfliegenversuche in Dahlem 1928.

Bei den Versuchen 1928 in Dahlem wurde die Frühaussaat am 26. III., die Spätsaat am 3. V. vorgenommen. Die Hafersorten und -herkünfte, die zur Prüfung kamen, sind in Tabelle 2 (S. 270) verzeichnet; gleichfalls sind dort die Analysenbefunde für die wertbestimmenden chemischen Kornkomponenten der verwendeten Samenproben angegeben.

Zur Beurteilung der Versuche sind einige klimatische Unterlagen von Wert. Nach den umfangreichen Beobachtungen von

Kleine (8, 9, 11, 13) sowie auch nach denjenigen anderer Forscher spielen für das zeitliche Auftreten der Fritfliege vor allem die Bodentemperaturen eine beachtenswerte Rolle. Erst wenn diese im Verein mit den Lufttemperaturen ein gewisses Lebensminimum für die Fliege überschritten haben, kann der Flug der Fliege und der Befall der Standpflanzen in größerem Umfange einsetzen. Götze (5) weist darauf hin, daß nach Beobachtungen in Landsberg (Warthe) die Fritfliege bei Lufttemperaturen unter 5°C ihr Flugvermögen einbüßt und bei $1,7^{\circ}\text{C}$ völlig bewegungslos wird. Wie die Kausalzusammenhänge zwischen Boden und Lufttemperatur einerseits und Schlüpfzeit und Gradation der Fliege andererseits im einzelnen liegen, ist durchaus noch nicht geklärt. Auch für das Wärmesummengesetz nach Blunck, das hier vor allem Kleine angezogen wissen will, dürften bisher nicht mehr als nur einige wenige beweisende Extremfälle bekannt sein [siehe z. B. Kleine (11, 13)]. Um einige Anhaltspunkte für die Klimaverhältnisse in Rücksicht auf das Auftreten der Fritfliege in unseren Versuchen in Dahlem 1928 zu geben, sind in Tabelle 1 für die Monate Januar bis Juni die mittleren Lufttemperaturen sowie die Monatssummen für die Bodentemperaturen in verschiedenen Tiefenlagen, die nach Kleine und anderen Autoren von besonderer Wichtigkeit sind, zusammengestellt. Neben den Werten für 1928 sind auch diejenigen für die Jahre 1927 und 1929 vergleichsweise mit aufgeführt. Die Werte entstammen der Wetterstation der Biologischen Reichsanstalt, die sich in unmittelbarer Nähe der in Dahlem durchgeführten Fritfliegenversuche befindet.

Das Jahr 1928 war für die Durchführung der Fritfliegenversuche in Dahlem ausgesprochen günstig. Die ersten Fritfliegenschäden ließen sich bereits Ende April an den Haferbeständen deutlich nachweisen, so daß neben einer sehr starken Schädigung der Spätsaaten sich auch bei den Frühsaaten nicht unerhebliche Schäden zeigten. Wie aus Tabelle 1 (S. 268) zu entnehmen ist, waren sowohl die Luft- wie die Bodentemperaturen 1928 bis zum März ausgesprochen niedrig (mittlere Lufttemperatur im März $3,1^{\circ}\text{C}$); sie wurden in den letzten Jahren nur noch durch die Temperaturwerte des bekanntermaßen anormal kalten Winters bzw. Frühjahres 1928/29 übertroffen. Von Mitte bis Ende April schnellten die Temperaturen dann rapid in die Höhe, so daß wir wohl nicht fehlgehen werden mit der Annahme, daß damit erst die für das Schlüpfen und den Flug der Fliege günstigen Temperaturen gegeben waren. Auf Grund der vorliegenden Temperaturwerte (Tabelle 1) sowie nach den gemachten Beobachtungen im freien Felde glauben wir annehmen zu dürfen, daß im Frühjahr 1928 das Schlüpfen der Fritfliege durch die niedrigen Temperaturen bis etwa Mitte April fast völlig unterbunden war und daß den Fliegen erst mit dem plötzlichen Hochschnellen der

Tabelle 1. Luft- und Bodentemperaturen in den Jahren
anstalt in

	Lufttemperatur 1,50 m über der Erde			Monatssummen					
	1927	1928	1929	Bodenoberfläche			0,10 m Tiefe		
				1927	1928	1929	1927	1928	1929
Januar	2,3	1,3	-4,4	54,2	2,3	-128,2	52,9	-10,8	-106,9
Februar	3,7	2,4	-10,4	49,2	42,0	-228,2	44,8	37,9	-192,7
März	7,0	3,1	2,6	207,5	62,9	59,2	195,1	59,9	38,2
April	7,1	8,1	4,8	229,0	230,9	143,9	227,4	221,7	141,0
Mai	10,8	11,0	14,4	398,6	368,8	490,7	384,3	376,9	486,8
Juni	14,1	14,3	15,0	465,7	451,7	485,1	456,5	465,5	504,0

Temperaturen Ende April die Möglichkeit zu einem ausgiebigen Schlüpfen gegeben worden ist. Die Folge davon mußte dann ein nicht unerheblicher Befall der Fröhsaaten sowie vor allem auch der Spätsaaten sein, der sich besonders auf die Monate Mai und Anfang Juni erstreckte. Auch Götze (5) konnte bei seinen Fritfliegenstudien in Landsberg 1928 deutlich einen erheblichen Schaden im Mai feststellen, und zwar im Gegensatz zu 1926, wo die hohen Temperaturen Anfangs April die Gradation der Fliege fast um einen vollen Monat vorverlegten. Der Grund für die besonders günstigen Klimaverhältnisse für unsere Fritfliegenstudien im Jahre 1928 scheint uns gerade in dem Umstände zu liegen, daß das Fliegen der Fröhsjahrgeneration durch die niedrigen Temperaturen bis etwa Mitte April hinausgeschoben wurde, um ihm dann aber dafür gewissermaßen konzentriert Raum zu gewähren, während im Gegensatz hierzu beispielsweise im Jahre 1927 das allmähliche Ansteigen der Fröhsjahrs temperaturen (vgl. besonders die nach Kleins wichtigen Bodentemperaturen in Tabelle 1) das Schlüpfen der Fliege auch allmählich anklingen ließ und damit den Fritfliegenbefall auf eine längere Vegetationszeit erstreckte. Infolge der relativ zeitigen Fröhsjahrsentwicklung der Haferpflanzen war dann auch 1927 der Fritfliegenschaden relativ gering, was von Götze bestätigt wird.

Über das Ausmaß des Fritfliegenschadens bei den Versuchen in Dahlem 1928 gibt Tabelle 2 (S. 270) Auskunft. Am 19. V. wurden bei der Fröhsaat, am 29. VI. bei der Spätsaat die Auszählungen durchgeführt und der prozentische Befall festgestellt. Bei der Spätsaat wurde außerdem am 14. VII. noch der Prozentsatz derjenigen Pflanzen festgestellt, die einmal überhaupt keine Rispen trugen oder im anderen Falle — wenigstens eine voll ausgebildete Achse aufzuweisen hatten. Um eine genügende Kontrolle für die Richtigkeit der Feststellungen zu haben, wurde bei allen Auszählungen jede der zahlreichen Parzellen mindestens zweimal, und zwar von zwei verschiedenen Personen, ausgezählt.

1927—1929 auf dem Versuchsfeld der Biologischen Reichs-Berlin-Dahlem.

der Bodentemperaturen

0,20 m Tiefe			0,50 m Tiefe			1 m Tiefe		
1927	1928	1929	1927	1928	1929	1927	1928	1929
54,6	— 3,4	— 93,7	92,7	12,6	— 0,5	125,6	55,1	61,9
42,7	41,6	— 174,3	42,8	54,5	— 67,9	76,6	70,1	9,6
175,4	43,2	11,9	162,8	61,8	6,2	147,6	72,8	— 0,7
217,8	212,8	128,8	212,2	193,9	98,5	200,6	168,1	67,6
359,2	368,7	467,8	325,4	344,0	381,6	295,8	294,9	284,1
437,5	461,6	492,0	403,8	424,6	460,2	364,0	371,8	403,1

Wie die Ergebnisse zeigen, ist sowohl bei der Frühsaat, vor allem aber bei der Spätsaat ein erheblicher Fritfliegenbefall festzustellen gewesen. Während bei der ersteren im Durchschnitt 27,68 % der Pflanzen Befall zeigten, waren es bei der letzteren 57,64 %. Bei der Spätsaat erwies sich der Fritschaden sogar so weitgehend, daß bei der zweiten Auszählung bei einzelnen Parzellen überhaupt nur 36 % der Pflanzen eine Rispe hochbrachten, während die übrigen 64 % völlig rispenlos blieben und damit das bekannte „nelkenstockartige“ Wachstumsbild boten. Diese Befallsunterschiede von Hafersorten, je nach der Zeit ihrer Aussaat und je nach der Stärke des Auftretens der Fritfliege, sind hinlänglich bekannt. Weit wichtiger für uns ist die Feststellung der Tatsache, daß die Befallsprozente bei den einzelnen Herkunftsn einer jeden Hafersorte weitgehende Unterschiede aufzuweisen hatten, und zwar in dem Sinne, daß die Trockenprovenienzen erheblich geringeren Fritbefall zeigten als die Original-Feuchtherkünfte. Die Unterschiede sind naturgemäß bei der Frühsaat größer als bei der Spätsaat, immerhin sind sie auch bei der zuletzt genannten Aussaat noch deutlich spürbar.

Aus den Ergebnissen verdienen noch Einzelheiten eine besondere Hervorhebung. So fällt z. B. auf, daß der *Fichtelgebirgshafer*, der als besonders fritanfällig bekannt ist [vgl. auch die Ergebnisse von Scharnagel (20), Kleine (8, 12), Götze (5) u. a.], bei Verwendung einer Trockenprovenienz auffallend niedrige Befallsprozente aufweist, und zwar nicht allein bei der Früh-, sondern auch bei der Spätsaat. Auch die bekannten Weißhafersorten *Schlanstedter Weißhafer* und *Svalöfs Siegeshafer*, die fast immer unter

Tabelle 2. Wachstumsrhythmus und Fritfliegen-
(Versuch

Sorte	Herkunft	Entspelzte Körner der Saat	
		Protein	Rohrzucker
		%	%
1. Schlanstedter Weißhafer . . .	Original	13,10	1,26
2. " " . . .	Banat	22,70	2,32
3. Fichtelgebirgshafer	Original	12,60	1,17
4. "	Banat	22,90	2,28
5. Svalöfs Ligowohafer	Original	14,40	1,42
6. " "	Banat	21,80	2,03
7. Svalöfs Siegeshafer	Original	14,60	1,49
8. " "	Banat	22,10	2,15
9. von Lochows Gelbhafer	Original	18,60	1,68
10. " " "	Banat	22,40	2,47

den stark Frit-anfälligen Sorten mit aufgeführt werden [Schaefer (18), Kleine (12)], zeigen bei den banater Trockenherkünften weit geringeren Befall als bei den Original-Feuchtherkünften. Schließlich ist noch auf *von Lochows Gelbhafer* hinzuweisen, dessen bekannte relative Fritresistenz auch in unseren Versuchen deutlich hervortritt, und zwar bei beiden Herkunftten ungefähr gleichbleibend.

Überblicken wir diese Sachlage, so werden wir wohl nicht fehlgehen mit der Annahme, daß die Frohwüchsigkeit der Trockenherkünfte im Keimpflanzenstadium, auf die oben hingewiesen wurde, im Gegensatz zu dem entsprechend trägeren Wachstum der Feuchtherkünfte die Ursache für den geringeren Fritfliegenbefall der erstgenannten Provenienzen ist. Da es nun von entomologischer Seite als sehr wahrscheinlich gemacht ist, daß der Fritfliege gegenüber das kritische Befallsstadium der Haferpflanzen in den allerersten Wachstumsabschnitten der Pflanzen zu suchen ist, und da wir früher zeigen konnten [Scheibe (23)], daß gerade in diesem frühzeitigen Entwicklungsstadium die Herkunftsunterschiede bei den einzelnen Hafersorten unter bestimmten Umweltverhältnissen besonders deutlich hervortreten können, so dürfte an einem kau-

befall bei Hafersorten verschiedener Herkunft.
Dahlem 1928.)

Frühaussaat (26. III. 1928)					Spätaussaat (3. V. 1928)		
Längenmaße in cm			Erstes Rispen- schieben	Frit- fliegen- befall ²⁾ am 19. V. 28 %	Frit- fliegen- befall ²⁾ am 29. VI. 28 %	Fritfliegenbefall am 14. VII. 28	
14. V. 28 nach 49 Tag.	24. V. 28 nach 59 Tag.	26. VI. 28 nach 92 Tag. ¹⁾				Pflanzen mit einer Rispe ³⁾ %	Pflanzen ganz be- fallen ⁴⁾ %
16,95	24,68	56,26	28. VI.	39,19	66,74	35,85	64,15
19,05	25,04	61,10	25. VI.	25,65	58,82	55,85	44,15
15,91	20,72	51,61	30. VI.	39,38	68,22	37,32	62,18
18,66	24,65	54,03	26. VI.	10,18	46,60	73,50	26,50
18,03	23,15	63,96	24. VI.	31,96	49,73	57,63	42,37
19,55	23,89	64,77	23. VI.	14,97	47,08	61,54	38,46
19,17	24,41	57,89	27. VI.	44,56	65,05	50,47	49,53
19,80	25,19	60,21	26. VI.	25,87	57,87	62,70	37,30
14,98	18,96	55,02	23. VI.	23,04	61,13	67,68	32,32
15,36	20,39	56,16	23. VI.	12,06	56,18	69,52	30,48

salen Zusammenhang zwischen Entwicklungsgeschwindigkeit einer Haferpflanze im Keimpflanzenstadium und ihrer relativen Fritfliegenanfälligkeit kaum noch zu zweifeln sein.

Bei früheren Keimpflanzenstudien wurde weiter mehrfach betont, daß die Wachstumsunterschiede verschiedener Herkunft besonders unter entsprechenden Trockenverhältnissen des Bodens hervortreten; hohe Bodenfeuchtigkeit verwischte immer die Herkunftsunterschiede im Keimpflanzenstadium. Auch in dieser Hinsicht war das Versuchsjahr 1928 für unsere Fritfliegenstudien in Dahlem besonders günstig. Aus Tabelle 3 geht zur Genüge hervor, daß 1928 sowohl die Frühjahrsmonate März und April, wie auch die Vorsommermonate Mai und Juni ausgesprochen trocken waren. Nehmen wir zu dieser Feststellung noch die relativ hohen April-, Mai- und Juni-Temperaturen (vgl. Tabelle 1) hinzu, die naturgemäß für reichliche Verdunstung sorgten, so waren alle Voraussetzungen gegeben, die möglichen Wachstumsunterschiede

¹⁾ Zur Zeit des ersten Rispenschiebens.

²⁾ Durch beschädigtes Herzblatt kenntlich.

³⁾ Pflanzen mit mindestens einer voll ausgebildeten Achse.

⁴⁾ Pflanzen, die überhaupt keine Rispen trugen.

bei den verwendeten Haferprovenienzen hervortreten zu lassen. Wie die Längenmessungen an den Frühsaaten zeigten¹⁾, ist das auch tatsächlich der Fall gewesen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 3. Vergleich der Niederschläge in Dahlem in den Monaten Januar bis Juni 1925—1930.

	1925	1926	1927	1928	1929	1930
Januar . . .	58,9	75,4	51,9	43,8	33,8	53,2
Februar . . .	39,2	49,1	20,2	31,3	13,8	4,9
März	43,1	57,3	27,5	19,7	10,9	36,5
April	37,1	15,0	103,7	24,2	41,8	35,1
Mai	26,0	14,3	42,3	52,3	54,9	71,5
Juni	45,4	127,2	95,8	55,0	110,9	22,3

4. Fritfliegenversuche in Gießen 1928.

Die Aussaatzeiten für die 1928 in Gießen durchgeführten Fritfliegenversuche waren für die Frühsaat der 20. III., für die Spätsaat der 7. V. Die Versuchsparzellen waren inmitten eines Hafer-schlages des Universitäts-Versuchsgutes im Lahntal angelegt. Zur Aussaat gelangten dieselben Hafersorten und -herkünfte, die 1928 auch im Dahlemer Versuche standen. Sie gehen aus Tabelle 5 hervor.

Tabelle 4. Mittlere Luft- und Bodentemperaturen in den Jahren 1928 und 1929 in Gießen

(nach der damal. öffentl. Wetterdienststelle am Landw. Institut Gießen).

	Mittlere Lufttemperaturen 1,50 m über dem Erdboden (° C)		Mittlere Erdtemperaturen in 0,10 m Bodentiefe (° C)	
	1928	1929	1928	1929
Januar	0,9	— 5,9	0,6	— 1,5
Februar	1,7	— 11,8	2,4	— 4,1
März	2,4	1,9	3,8	1,5
April	7,8	5,2	8,4	6,4
Mai	12,0	16,7	13,8	16,2

¹⁾ Es wurden jeweils die Halmlängen vom Erdboden bis zum obersten Blatt-
öhrchen gemessen.

Das Jahr 1928 war auch für die Fritfliegenversuche in Gießen äußerst günstig. Wie Tabelle 4 zeigt, waren die mittleren Luft- und Bodentemperaturen bis zum März sehr niedrig; erst Mitte April — den Einzelwerten nach zu schließen etwa um 8 Tage früher als im gleichen Jahre in Dahlem — stiegen die Temperaturen bedeutend an. Infolge dieses relativ späten Wärmeanstieges trat auch bei den Versuchen in Gießen die Fritfliege verhältnismäßig spät im Frühjahr auf und schädigte darum weniger die sehr zeitig bestellte Frühsaat, dafür aber um so mehr die Spätsaat. Die Haferbestände der letzteren wurden in geradezu katastrophaler Weise von der Fliege heimgesucht. Um so interessanter waren die Ergebnisse, die sich bei einem so überaus starken Befall feststellen ließen.

Aus Zeitmangel konnte eine Aufnahme der Fritschäden während der Vegetation nicht vorgenommen werden; die Beurteilung mußte auf das Versuchsende beschränkt bleiben. Bei der Ernte wurden bei der Frühsaat je Parzelle die Rispen-tragenden Halme ausgezählt und in Prozenten der Gesamtachsen berechnet. Bei der Spätsaat war eine derartig starke Fritschädigung aufgetreten, daß bei verschiedenen Sorten und Herkünften die meisten Pflanzen überhaupt nur Kriechtriebe aufwiesen und nur wenige Rispen ausgebildet hatten. Hier führte es eher zum Ziel, daß je Parzelle die wenigen mit Rispen versehenen Achsen ausgezählt und auf 100 geerntete Pflanzen bezogen wurden. Bei den Pflanzen der Frühsaat, die einzeln mit den Wurzeln geerntet waren, konnten außerdem im Laboratorium noch Korn- und Strohgewichtsbestimmungen sowie die Feststellung des Tausendkorngewichtes am Erntegut vorgenommen werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 verzeichnet.

Fritfliegenschäden waren sowohl bei der Frühsaat als auch in ganz besonderem Maße bei der Spätsaat eingetreten. Von besonderem Interesse sind auch hier wieder die Befallsunterschiede bei den einzelnen Sorten und Herkünften.

Als besonders markant seien zuerst die Ergebnisse bei der Spätsaat besprochen. Was den Befall der einzelnen Hafer-sorten anlangt, so ist ersichtlich, daß bei der Spätsaat mit Ausnahme der Gelbhafersorte sämtliche Weißhafersorten in geradezu katastrophaler Weise von der Fliege mitgenommen worden sind. Von den Weißhaferpflanzen vermochten vielfach noch nicht die Hälfte auch nur eine einzige Rispe hochzubringen. *Schlunstedter Weiß-* und *Fichtelgebirghafer* wurden am meisten geschädigt, die beiden Zuchtsorten von Svalöf ebenfalls noch sehr stark; *von Lochovs Gelbhafer* ist noch am glimpflichsten davongekommen, ob-schon auch er stark gelitten hatte.

Tabelle 5. Fritfliegenbefall bei verschiedenen Versuche

Sorte	Herkunft	Entspelzte Körner der Saat	
		Protein %	Rohrzucker %
1. Schlanstedter Weißhafer . . .	Original	13,10	1,26
2. " " " " . . .	Banat	22,70	2,32
3. Fichtelgebirgshafer	Original	12,60	1,17
4. " " " "	Banat	22,90	2,28
5. Svalöfs Ligowohafer	Original	14,40	1,42
6. " " " "	Banat	21,80	2,03
7. Svalöfs Siegeshafer	Original	14,60	1,49
8. " " " "	Banat	22,10	2,15
9. von Lochows Gelbhafer . . .	Original	18,60	1,68
10. " " " " . . .	Banat	22,40	2,47

Trotz oder vielmehr gerade wegen des enormen Fritfliegen-schadens sind die Befallsunterschiede zwischen den einzelnen Herkünften der Sorten von besonderem Interesse. Auch hier fällt der *Fichtelgebirgshafer* besonders auf, bei dem die Pflanzen der Original-Feuchtherkunft von der Fliege fast völlig zerstört waren, während die banater Trockenherkunft es doch immerhin noch zu einer beachtlichen Anzahl Rispen gebracht hatte. Wie stark die Befallsunterschiede gerade beim *Fichtelgebirgshafer* waren, geht aus Abb. 3 hervor, in der links die kümmerlichen Reste der Feuchtherkunft zu sehen sind, rechts der — wenn auch stark gelichtete — Bestand der Trockenherkunft. Ein ähnliches Bild boten die Parzellen beider Herkunft vom *Schlanstedter Weißhafer*. Die Trockenprovenienz dieser Sorte vermochte hier noch nicht einmal soviel Rispen hochzubringen wie diejenige beim *Fichtelgebirgshafer* (vgl. Tabelle 5). Am geringsten waren die Befallsunterschiede bei den beiden Vergleichsherkünften von *Lochows Gelbhafer*. Die Ergebnisse stimmen somit bei dieser Sorte sowohl hinsichtlich des Sortenbefalls als auch in Hinsicht auf die geringen Befallsunterschiede zwischen den beiden Vergleichsherkünften mit den Resultaten des Dahlemer Versuches 1928 gut überein (vgl. Tabelle 2).

Hafersorten verschiedener Herkunft. Gießen 1928.

Frühaussaat (20. III. 1928)				Spätaussaat (7. V. 1928)
von Gesamt- achsenzahl % mit Rispen ¹⁾	Ertrag je Pflanze		1000-Korn- gewicht g	Je 100 geernteter Pflanzen Halme mit ausgebildeten Rispen im Mittel ²⁾
	Korn g	Stroh g		
70,78 78,64	2,97 ± 0,160 4,74 ± 0,230	6,18 ± 0,180 7,76 ± 0,340	29,57 ± 1,210 32,40 ± 1,246	10,66 87,41
70,74 78,96	3,67 ± 0,060 4,57 ± 0,010	5,58 ± 0,365 7,49 ± 0,285	30,47 ± 1,097 32,03 ± 1,031	5,97 95,93
72,14 84,83	3,28 ± 0,012 4,06 ± 1,161	6,64 ± 0,170 7,46 ± 0,020	34,22 ± 0,150 36,68 ± 1,141	47,95 72,50
77,47 83,09	3,35 ± 0,110 4,99 ± 0,065	5,97 ± 0,035 7,42 ± 0,070	32,02 ± 0,591 35,33 ± 0,427	44,66 77,30
79,32 81,40	4,38 ± 0,095 4,54 ± 0,240	6,62 ± 0,375 7,25 ± 0,285	28,97 ± 0,670 29,05 ± 0,714	109,58 160,61

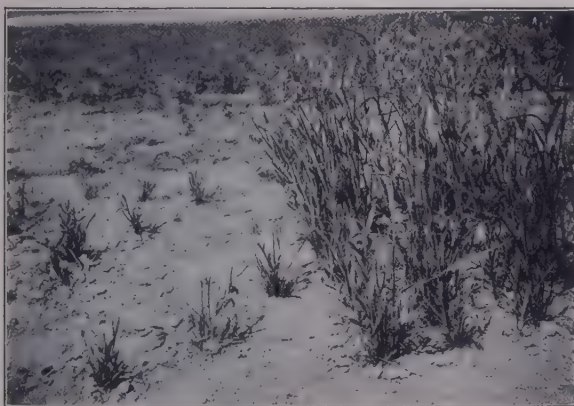


Abb. 3. *Fichtelgebirgshafer*. Links: Feuchtherkunft Marktredwitz (Original), von der Fritfliege völlig vernichtet. Rechts: Trockenherkunft Banat (3. Nachbau), von der Fritfliege nur teilweise gelichtet. — Spätaussaat in Gießen vom 7. V. 1928 (fot. G. O. Appel).

¹⁾ Ausgezählt am 19. VII.

²⁾ Ausgezählt bei der Ernte.

Bei der Fröhsaat sind Befallsunterschiede bei den einzelnen Sorten nur in geringem Umfange festzustellen gewesen; die unterschiedliche Fritanfälligkeit der einzelnen Herkünfte war indessen sehr deutlich nachweisbar. Neben den Ergebnissen der Achsenauszählungen vermag das auch ein Vergleich der Korn- und Stroherträge klar zu machen, der insofern hier zulässig ist, als es sich ja um einen Vergleich bei denselben Sorten und bei Sorten der gleichen Aussaatzeiten handelt. Wie Tabelle 5 zeigt, liegen sowohl die Korn- wie auch die Stroherträge je Pflanze bei den Originalherkünften bedeutend tiefer als bei den banater Trockenherkünften. Die Trockenprovenienzen brachten nicht nur teilweise erheblich mehr Achsen hoch als die Feuchtprevenienzen, sondern das Rispschieben erfolgt bei den ersteren auch relativ so zeitig und gleichmäßig, daß eine weit bessere Kornausbildung möglich war als bei den Feuchtherkünften. Die Tausendkorngewichtsbestimmungen lieferten den deutlichen Beweis dafür.

5. Fritfliegenversuche in Gießen und in Muttrin 1929.

Außer in Dahlem wurden im Jahre 1929 noch in Gießen und in Muttrin (Kreis Stolp in Pommern) Fritfliegenversuche durchgeführt. Da die Versuche besonders an den beiden zuletzt genannten Stellen aufschlußreiche und in gewissem Sinne gegensätzliche Ergebnisse lieferten, sind sie hier zusammen zu besprechen.

An beiden Anbauorten kamen dieselben Hafersorten zur Aussaat; sie sind in Tabelle 6 (S. 278) genannt. Wiederum standen die banater Trockenherkünfte den entsprechenden Original-Feuchtherkünften gegenüber.

Der Winter 1928/29 war bekanntlich lang und für mitteleuropäische Verhältnisse anormal kalt. Die in den Tabellen 1 und 4 (S. 268 und 272) aufgeführten Luft- und Bodentemperaturen vermögen die Verhältnisse hinlänglich zu kennzeichnen. Für Muttrin liegen leider keine eingehenden Temperaturmessungen vor. Die wenigen vorhandenen Temperaturangaben besagen aber, daß der Spätwinter an diesem nordöstlich gelegenen Versuchsort noch tiefere Temperaturen aufzuweisen hatte und daß der Vegetationsbeginn dort naturgemäß noch später einsetzte als in Dahlem und Gießen. Demzufolge konnte auch die Haferaussaat in Gießen bereits am 18. IV., in Muttrin erst am 3. V. vorgenommen werden. Beide Aussaattermine fielen ungefähr mit der letzten feldmäßigen Haferbestellung zusammen.

Die Fritfliege trat in Gießen, wie fast alljährlich, auch 1929 wiederum stark auf. Die Hauptschlüpfzeit der Fliege fiel — der tiefen Märztemperatur wegen —

relativ spät aus; sie dürfte auf Ende April bis Anfang Mai anzunehmen sein, denn es ließ sich erst Ende Mai ein deutlicher Fritschaden an den jungen Haferbeständen feststellen, der bis zu Beginn Juni immer mehr zunahm. Besichtigungen zu Anfang und Ende Juli zeigten dann auch deutlich an den mehr oder minder gelichteten Beständen die Auswirkungen des Larvenfraßes.

In Muttrin taucht die Fritfliege in den einzelnen Jahren ganz verschieden stark auf. Im Untersuchungsjahr 1929 wurde sie von dem dortigen Versuchsansteller als für die dortigen Verhältnisse stark auftretend angegeben. Auch in Muttrin setzte der Flug der Fliege spät ein. Die ersten deutlichen Schäden ließen sich erst Anfang Juni feststellen. Infolge der späten Haferaussaat muß die Eiablage aber doch noch rechtzeitig genug erfolgt sein, denn Mitte bis Ende Juni (18. bis 25. Juni) waren die Fraßwirkungen an den Haferbeständen allenthalben auffallend; sitzengebliebene Achsen mit vergilbten Herzblättern, an deren Grund die Tönnchenpuppen zu finden waren, boten genügenden Befallsnachweis.

Die Auswertung der Versuche geschah an beiden Versuchsstellen wiederum nach beendeter Reife. Die Ernte erfolgte in Gießen am 17. bis 19. VIII., in Muttrin am 6. bis 8. IX. Von jeder Parzelle wurden gesondert die Rispen-tragenden sowie die Rispen-freien Achsen ausgezählt und auf 100 geerntete Pflanzen bezogen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 (S. 278) zusammengestellt. Die dort wiedergegebenen Zahlenwerte sind das Mittel von je vier Kontrollparzellen.

Bei den Ergebnissen fällt vor allem wiederum der starke Fritfliegenschaden bei den Original-Feuchtherkünften in Gießen auf. Bei den drei Weißhafersorten brachten dort die Original-Provenienzen ebenso wie bei dem Versuche 1928 bedeutend weniger Achsen zur Rispenbildung als die banater Trockenherkünfte. Die Befallsunterschiede zwischen den Vergleichsherkünften sind völlig ausreichend gesichert. Anders steht es bei *von Lochows Gelbhafer*, bei dem auch die Original-Herkunft verhältnismäßig viele Rispen ausbilden konnte. Die Versuchsergebnisse in Gießen 1929 stimmen also mit denjenigen von 1928 am gleichen Orte sowie mit den Resultaten von Dahlem 1928 gut überein.

Völlig anders lauten die Versuchsergebnisse von Muttrin. Während auch bei den dortigen Versuchen das Vorkommen der Fritfliege während der Vegetation vielfach sichergestellt werden konnte und der Fraßschaden in Tabelle 6 an den vielen Rispen-freien Achsen auch deutlich zum Ausdruck kommt, sind die Befallsunterschiede zwischen den Herkünften der einzelnen Hafer-sorten doch unbedeutend und liegen zumeist innerhalb der Fehler-grenzen.

Hafersorten verschiedener Herkunft. Muttrin in Pommern 1929.)

Versuch Gießen. — Aussaat 18. IV. 29		Versuch Muttrin. — Aussaat 3. V. 29	
Je 100 Pflanzen		Je 100 Pflanzen	
Rispen tragende Achsen	Rispenfreie Achsen	Rispen tragende Achsen	Rispenfreie Achsen
62,37 ± 12,49	480,17 ± 39,31	201,27 ± 16,91	289,77 ± 18,13
193,46 ± 13,03	286,57 ± 17,95	219,56 ± 15,62	265,28 ± 10,09
71,62 ± 18,68	481,26 ± 20,32	177,63 ± 14,03	256,83 ± 18,46
188,76 ± 13,71	339,68 ± 22,27	165,87 ± 11,67	299,45 ± 17,03
87,51 ± 10,98	414,84 ± 29,52	217,52 ± 14,49	276,57 ± 12,39
189,22 ± 11,36	236,71 ± 17,35	196,73 ± 10,54	284,69 ± 13,32
176,93 ± 13,57	407,52 ± 33,47	215,96 ± 18,44	292,47 ± 12,92
198,67 ± 17,82	383,66 ± 21,87	208,39 ± 11,62	333,56 ± 14,26

daß bei der hohen Bodenfeuchtigkeit in Muttrin (vermutlich noch unterstützt durch geringere Lichtintensitäten!) die Herkunftsunterschiede bei den einzelnen Hafersorten im Keimpflanzenstadium nicht in Erscheinung treten konnten. Ein durchgängig gleichmäßiger Fritfliegenbefall war das Ergebnis. Auf der anderen Seite müssen in Gießen infolge der ausgesprochenen Frühjahrs-Trockenverhältnisse die Herkunftsunterschiede der Sorten im Keimpflanzenstadium deutlich hervorgetreten sein, denn das Ergebnis war ein deutlich verschiedener Fritfliegenbefall der einzelnen Herkünfte. —

Die Wachstumsunterschiede der Keimpflanzen verschiedener Herkünfte einer Hafersorte, so wie wir sie in früheren Versuchen nachgewiesen und hier einleitend (oben S. 263) nochmals aufgezeigt haben, erscheinen vielleicht auf den ersten Blick nicht groß genug, um die Schlußfolgerung zu rechtfertigen, daß ein Kausalzusammenhang zwischen Fritfliegenresistenz und Wachstumsgeschwindigkeit des Hafers im Keimpflanzenstadium besteht. Wenn indessen tatsächlich das kritische Befallsstadium, wie von den Entomologen angegeben wird, innerhalb eines so frühzeitigen und kurzen Wachstumsabschnittes der Pflanzen zu suchen ist, so ergibt sich damit von selbst die eminent wichtige Bedeutung, die dem allerersten Wachstumsverlauf der Keimpflanzen — und vermutlich auch ihren seitlichen Bestockungstrieben — zuzumessen ist. Unseren früheren wachstumsphysiologischen Keimpflanzenstudium, unter weitmöglichst

exakten Versuchsbedingungen im Gewächshaus gewonnen¹⁾, kommt darum auch gerade vom Standpunkte der Fritfliegen-Resistenzfrage eine besondere Bedeutung zu. Ob es überhaupt möglich ist, im üblichen Feldversuch exakte Feststellungen über die Wachstumsverhältnisse der allerersten Keimpflanzenstadien vorzunehmen, erscheint fraglich. Vermutlich haben die Fritfliegen ein viel feineres Empfindungsvermögen für die Auswahl der zu ihrer Eiablage benötigten günstigen Pflanzenstadien, als wir diese durch Messungen und Beobachtungen im Feldversuch überhaupt zu erfassen imstande sind. In dieser Richtung spricht ja auch die vielfach gemachte praktische Erfahrung, daß es absolut fritfeste Hafersorten überhaupt nicht gibt, daß solche wenigstens bisher noch nicht gefunden worden sind [vgl. auch Blunck u. Ludewig (1)]. Auch der in unseren Versuchen verschiedentlich mitgeprüfte *von Lochows Gelbhafer*, der im allgemeinen als relativ fritfest gilt, wurde ja — wenn auch nicht übermäßig stark — so doch beim Vergleich verschiedener Herkünfte deutlich befallen.

6. Wachstumsrhythmus und Fritfliegen-Resistenz der Hafersorten.

Die Ergebnisse unserer Fritfliegenversuche zeigen ein recht eindeutiges Bild; sie lehren, daß die Frit-Anfälligkeit der einzelnen Hafersorten in hohem Maße von ihren Entwicklungsverhältnissen in den ersten Jugendstadien abhängig sind, und daß weiter hierbei die Provenienz einer Sorte eine nicht unbedeutende Rolle spielen kann. Unter bestimmten Umweltbedingungen hatten jeweils die Trockenherkünfte einer Hafersorte geringere Befallsprozente aufzuweisen als die entsprechenden Feuchtherkünfte.

Auf die Zusammenhänge, die zwischen Fritresistenz und Wachstumsverlauf bei Hafersorten bestehen, wurde schon vielfach hingewiesen [Hiltner (6, 7), R. Meyer (17), Finsler (4), Schaefer (18), Scharnagel (20), Korhammer (16), Götze (5), Blunck u. Ludewig (1) u. a. m.]. Hier kommt es nicht darauf an, bekannte Gedankengänge zu wiederholen, sondern sie zu vertiefen. Und das um so mehr, weil sich bei praktischen Versuchen immer wieder Fälle finden, die der genannten Relation: Fritresistenz — Wachstumsverlauf zu widersprechen scheinen, ja weil auf Grund solcher Fälle sogar der angeführte kausale Zusammenhang bestritten wurde [Kleine (10, 12, 13)].

¹⁾ Vgl. die früheren Befunde bei Scheibe (23), S. 198 und 218 ff.

Zunächst ist hervorzuheben, daß nach dem, was wir heute wissen, die Fritfliegenresistenz einer Hafersorte vorwiegend mit ihrer sogenannten Frohwüchsigkeit in den Jugendstadien in Zusammenhang zu bringen ist. Mit der Reifezeit der Sorte braucht die Fritresistenz unmittelbar noch nichts zu tun zu haben, wenigstens solange nicht, als wir unser Augenmerk lediglich auf die Fraßschäden an den jungen Hafertrieben richten. Frohwüchsigkeit in der Jugend und frühe Reifezeit einer Hafersorte brauchen aber durchaus nicht immer miteinander zu korrespondieren. Es ist das eine Beobachtung, die bei Feldversuchen schon häufig gemacht wurde und die immer wieder zu machen ist. Als Beispiel sei hier im Zusammenhange mit dem Fritfliegenproblem nur der *Fichtelgebirgshafer* aufgeführt, der trotz seiner relativen Frühreife durchaus nicht immer als besonders frohwüchsig in der Jugend genannt werden kann. Auch Scharnagel (20) und Korhammer (16) haben darauf hingewiesen.

Weiter ist festzuhalten, daß eine freudige Jugendentwicklung, die wir einer Hafersorte auf Grund häufiger Vergleichsbeobachtungen als für sie charakteristisch zusprechen, durchaus nicht immer aufzutreten braucht. Bestimmte Wachstumsbedingungen, insbesondere hohe Boden- und Luftfeuchtigkeit, geringe Lichtintensität und nicht zu hohe Temperaturen — überhaupt ausgesprochen humide Klimaverhältnisse wirken nach vielfacher praktischer Erfahrung immer in Richtung eines Ausgleiches etwa bestehender Wachstumsunterschiede. Bei Versuchen in küstennahen Gebieten und in den Höhenlagen der Gebirge und Vorgebirge (Voralpenland) lassen sich derartige Beobachtungen häufig machen. Andererseits geht aus unseren obigen Versuchen deutlich hervor, daß bei Verwendung von Feuchtherkünften einer Hafersorte, die an sich zu einer freudigen Jugendentwicklung neigt, diese unter Umständen stark herabgesetzt werden kann. Es kommt also neben dem sorteneigentümlichen Jugendverhalten einer Hafersorte, das wir aus praktischer und langjähriger Erfahrung kennen, noch sehr wesentlich auf die Saatgutkonstitution der zur Aussaat gelangten Samenprobe an sowie gleichfalls auf die Umweltbedingungen, unter denen das Samenmaterial zur Keimung und Keimpflanzenausbildung gelangt. Da diese Verhältnisse bereits früher vom experimentell-physiologischen Standpunkt aus hinlänglich aufgezeigt wurden [Scheibe (22, 23, 24)], erübrigen sich hier weitere Sonderausführungen. Die Ergebnisse der Kausalanalyse im exakten Vege-

tationsversuch sind nur in entsprechender Weise auf die besonderen Standortverhältnisse zu übertragen, d. h. also in ökologischer Richtung auszuwerten.

Unbeschadet einer im Prinzip möglichen, bisher aber noch nicht im entferntesten bewiesenen anatomischen oder zellphysiologischen Erklärungsweise der Resistenz der Hafersorten erscheint uns trotzdem das vielfach verwickelte Fritfliegen-Resistenzproblem nach der ganzen Sachlage durchaus vom wachstumsphysiologischen Standpunkt der Wirtspflanzen einer einheitlichen und befriedigenden Ausdeutung möglich:

Bereits früher habe ich in einer in Gemeinschaft mit Staffeld (26) veröffentlichten Arbeit darauf hingewiesen, daß die Samen der einzelnen Getreidearten und innerhalb derselben auch diejenigen der einzelnen Sorten ein ganz verschiedenes Rohrzuckerniveau besitzen. So hat in völliger Parallelität mit einer mehr oder minder gesteigerten Keimgeschwindigkeit bzw. auch parallel zu den ermittelten Saugkraftwerten der Embryonen beispielsweise der Roggen einen höheren Rohrzuckergehalt als Weizen und Gerste, und bei diesen wiederum liegt der Rohrzuckerspiegel allgemein höher als beim Hafer (vgl. Tab. 8). Weiter erwiesen sich innerhalb einer Getreideart beispielsweise beim Sommerweizen die Sorten der *Kolben*-Weizengruppe mit durchgängig höherem Rohrzuckergehalt als die Sorten der *Bordeaux*-Gruppe; beim Hafer zeigte regelmäßig *von Lochows Gelbhafer* einen höheren Rohrzuckerspiegel als beispielsweise *Strubers Weißhafer* und andere Weißhafersorten. Eingehende Nachprüfungen haben diese Verhältnisse nur bestätigen können, worüber Tabelle 9 für einige Hafersorten erneut Rechenschaft abzulegen imstande ist. An einem art- bzw. sorteneigen-tümlichen Rohrzuckerbildungsvermögen ist somit nicht zu zweifeln.

Tabelle 8.

Der Rohrzuckergehalt der Samen bei den Getreidearten
[nach Scheibe u. Staffeld (26)].

Roggen	6—7%
Weizen	2—3%
Gerste	2—3%
Hafer	1—2%

Tabelle 9. Der Rohrzuckergehalt der Samen bei verschiedenen Hafersorten und -herkünften.

1929 Herkunft	Sorte		1930 Herkunft	Sorte						
	Strubus Schlanst. Weißhafer	v. Lochows Gelbhafer		Strubus Schlanst. Weißhafer	Beslers Weißhafer II	Dippes Überwinder	Hohenheimer V	Lischow Früh-Hafer	Kirsches Gelbhafer	v. Lochows Gelbhafer
Bosemb			Heinrichshof i. Pom.	1,42	1,45	1,42	1,54	— ¹⁾	—	1,65
i. Ostpr. . .	1,31	1,68	Breslau-Schwoitsch .	1,45	1,48	1,44	1,45	1,54	1,55	1,57
Kl.-Wockern			Hochburg i. Baden .	1,46	1,59	1,45	1,55	—	—	1,69
i. Meckl. . .	1,41	1,63	Büssow i. Brandenbg.	1,48	—	—	1,51	1,60	1,60	1,77
Weihen-			Weihenstephan . . .	1,53	1,51	1,48	1,42	1,60	1,52	1,74
stephan . .	1,45	1,74	Helmstedt	1,62	1,62	1,71	1,68	—	1,60	1,85
Hochburg			Gießen	1,63	1,64	1,60	1,60	—	—	1,83
i. Baden . .	1,65	1,82	Königsberg i. Pr. . .	1,68	1,70	1,65	1,56	1,80	—	1,94
Gießen . . .	1,77	1,91	Hameln	1,71	1,74	1,76	1,62	—	—	1,97
Probstheida			Jena	1,78	1,75	1,80	1,77	—	—	1,95
i. Sa.	1,80	1,84	Probstheida i. Sa. . .	1,87	1,82	1,88	1,84	1,90	1,80	2,05

Dieses spezifische Rohrzucker-Bildungsvermögen einer Hafersorte muß nun zweifellos erblich bedingt sein. Für den Hafer können wir diese Schlußfolgerung berechtigterweise wohl indirekt ziehen, indem wir unsere früheren und obigen zahlreichen Analysenbefunde (vgl. auch Tabelle 9) statistisch auswerten. Für die Gerste hat bereits Bode (2) die Erbllichkeit eines spezifischen Rohrzucker-Bildungsvermögens bei einer Reihe von Sorten und Linien durch mehrjährige Vergleichsuntersuchungen und durch entsprechende Selektionsmaßnahmen nachgewiesen. Daß die Verhältnisse beim Hafer ebenso liegen, erscheint außer allem Zweifel.

Gehen wir von der mehrfach erwiesenen Sachlage aus, daß ein deutlicher Parallelismus zwischen einem relativ hohen Rohrzuckergehalt einer Samenprobe einerseits, einer gesteigerten Wachsfreudigkeit der Keimpflanzen und einer erhöhten Fritresistenz andererseits besteht, so erhält das gesamte Fritfliegen-Resistenzproblem eine kausalphysiologische Deutung. Die Sorten mit dem

¹⁾ Für die mit einem Strich (—) versehenen Spalten lagen keine Samenproben vor; es fehlen darum auch die Analysenzahlen.

an sich höheren, und zwar mit dem genotypisch bedingten höheren Rohrzuckergehalt stellen die Gruppe der relativ fritfesten Hafersorten dar, die Sorten mit dem niederen spezifischen Rohrzucker-Bildungsvermögen bilden die entgegengesetzte Gruppe: *von Lochows Gelbhafer* ist ein typischer Vertreter der erstgenannten Gruppe, *Strubers Schlanstdter Weißhafer* ein solcher der zweiten Gruppe. Aus dem Gesagten wird weiter die Tatsache verständlich, daß wir von einer absoluten Fritfestigkeit einer Hafersorte nicht sprechen können, sondern daß wir immer nur von einer relativen Fritfestigkeit sprechen dürfen: je nachdem, ob wir eine Trocken- oder eine Feuchtprovenienz einer Hafersorte, d. h. also, ob wir eine Herkunft mit einem relativ höheren oder niederen Rohrzuckergehalt als Saatgut verwenden, wird die Fritfliegenfestigkeit entweder steigen oder fallen. Daß die Umweltbedingungen, die gerade während der ersten Wachstumsstadien herrschen, die Sorten- bzw. auch die durch die Herkunft bedingten Eigenschaften des Samenmaterials mehr oder weniger deutlich hervortreten lassen bzw. auch ganz verwischen können, wurde schon mehrfach betont. Und daß schließlich auch bei Vergleichsversuchen ein für alle Sortenparzellen annähernd einheitlich starkes Fritfliegenauftreten vorliegen muß, um die Schadbilder überhaupt hervorrufen zu können, ist selbstverständlich.

Zum Beweise der dargelegten Anschauung können unsere sämtlichen obigen Fritfliegenversuche (Tabelle 2, 5 u. 6) dienen. Als besonders instruktives Beispiel sei nochmals der *Fichtelgebirgshafer* herausgestellt. Der *Fichtelgebirgshafer* ist eine besonders „plastische“ Sorte. Seine Rohrzuckerprozentwerte schwanken, wie wir immer wieder feststellen konnten, innerhalb sehr weiter Grenzen. Bringen wir eine extreme Feuchtherkunft zur Aussaat, so unterliegt die Sorte fast völlig dem Fritfliegenfraß: verwenden wir eine ausgesprochene Trockenherkunft, so steht die Fritresistenz des *Fichtelgebirgshafers* — günstige Umweltverhältnisse im oben vielfach erwähnten Sinne vorausgesetzt — der relativen Widerstandsfähigkeit anderer Hafersorten kaum nach. Das volle Gegenteil zum *Fichtelgebirgshafer* ist *von Lochows Gelbhafer*, der infolge seines an sich hohen Rohrzucker-Bildungsvermögens und auch infolge seiner geringen Rohrzucker-Schwankungsbreite immer nur relativ geringe Fritbefallsprozente aufweist¹).

¹ Daß gewisse Zusammenhänge zwischen der Herkunft eines Hafer-saatgutes und dem Fritbefall der Pflanzen bestehen können, ist schon vor Jahren

Ob die Sortenanfälligkeit gegenüber der Fritfliege auch noch von anderen Faktoren abhängig ist als von den hier angezogenen Wachstumsverhältnissen im ersten Keimpflanzenstadium, steht dahin. Kleine (12, 15) will sie auf eine sortenspezifische anatomische Blattstruktur oder auch auf bestimmte zellphysiologische Eigentümlichkeiten der einzelnen Hafersorten zurückführen, ohne indessen auch nur den geringsten direkten Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung erbringen zu können. Daß auch eine an sich normalerweise frittfeste Sorte unter ungünstigen Bedingungen und vor allem bei Verwendung einer Feuchtherkunft einen relativ starken Fritbefall aufweisen kann, wurde schon mehrfach betont — ganz abgesehen davon, daß ja die Fritfliege auf allen vier Hauptgetreidearten, dazu noch auf einer großen Reihe von Wild- und Kulturgräsern anzutreffen ist, daß ihr also schon für die verschiedenen Pflanzenarten kein besonderes „Wahlvermögen“ eigen zu sein scheint (vgl. auch das bei R. Meyer, Finsler und Korhammer Gesagte).

Viel eher als anatomische und zellphysiologische Wirtspflanzeigentümlichkeiten im Kleineschen Sinne erscheinen uns vielmehr noch das verschiedene Bestockungsvermögen der Hafersorten, vor allem aber auch die Geschwindigkeit des Bestockungsvorganges bei den einzelnen Sorten und Herkünften von Bedeutung für ihre relative Fritresistenz bzw. -anfälligkeit zu sein. So konnten wir beispielsweise immer wieder beobachten, daß der *Fichtelgebirgshafer* bei Verwendung einer ausgesprochenen Feuchtherkunft ein besonders starkes Bestockungsvermögen hat. Seine überaus starke Fritanfälligkeit, besonders bei Feuchtprovenienzen, dürfte zweifellos auch mit dieser morphologischen Konstellation zusammenhängen. Hingegen war auffällig, daß der *Fichtelgebirgshafer* bei Verwendung einer Trockenherkunft nicht

L. Hiltner (7) aufgefallen. In einem kurzen Bericht über das starke Fritfliegenauftreten im Jahre 1922 macht Hiltner folgende Bemerkung (S. 162): „Aber auch unter den Gelbhafersorten zeigten sich heuer im Grad der Fähigkeit, die Folgen des Befalls zu überwinden, außerordentliche Unterschiede und nicht minder treten solche, wie in manchen früheren Jahren, wieder hervor in jenen Fällen, wo Originalsaat oder eine Absaat zur Verwendung gelangte. Schon vor Jahren konnte ich über Fälle berichten, wo ältere Absaaten bestimmter Herkunft durch die Fritfliege fast vollständig verschwanden, während unmittelbar daneben die aus Original- oder Absaaten anderer Herkunft hervorgegangenen Pflanzen zwar in gleich hohem Maße befallen worden waren, den Schaden aber erheblich besser überwand.“

nur eine bedeutend gesteigerte Wachstumsgeschwindigkeit seiner Primärhalme aufwies, sondern daß er auch eine geringere Anzahl von Sekundärachsen bildete, sich also nicht so stark bestockte als bei Verwendung einer Feuchtprovenienz: bei der erstgenannten Herkunft brachte er diese Sekundärachsen dazu noch schneller hoch als bei der letztgenannten. Zusammengekommen: der *Fichtelgebirghafer* erwies sich auch in Hinsicht auf seinen Bestockungsvorgang als eine physiologisch ausgesprochen „plastische“ Hafersorte.

Diese Dinge kausal deuten zu wollen, geht heute noch nicht an. Es wird dies erst möglich sein, wenn sowohl der Bestockungswie auch der Schoßprozeß selbst einmal hinreichend physiologisch geklärt sind. Wir begnügen uns hier zunächst lediglich mit der Wiedergabe unserer Beobachtungen und mit dem — übrigens auch von anderer Seite gemachten — Hinweis der Bedeutung der Bestockungsvorgänge für die spezifische Fritanfälligkeit der Hafersorten [Collin (3), Scharnagel (20), Korhammer (16), Blunck und Ludewig (1)]. Die unterschiedliche Bestockungsfähigkeit der Sorten sowie vermutlich auch diejenige der verschiedenen Herkünfte können aber unsere für die Fritfliegenresistenz der Hafersorten prinzipiell gegebene Erklärung eines Kausalzusammenhanges zwischen Wachstumsgeschwindigkeit und sortenspezifischem Zuckerbildungsvermögen der Samen bzw. besser: der Embryonen nicht erschüttern; denn die für die Pflanzen gefährdetsten Organe sind zweifellos — wie auch von anderer Seite immer wieder betont worden ist — die jungen Primärachsen. Sie über das kritische Befallsstadium hinwegzuheben, heißt die Pflanzen wenigstens in bescheidenem Umfange zur Samenbildung zu bringen.

Auf Grund der hier gegebenen kausalen Deutung der relativen Sortenresistenz gegenüber der Fritfliege dürfte auch noch eine Reihe anderer Fragen eine gewisse Klärung finden. Kleine (12, 15) und Götze (5) weisen zum Beispiel darauf hin, daß die als relativ frittfest bekannten Hafersorten einerseits, die als fritanfällig bekannten Sorten andererseits je untereinander gewisse verwandtschaftliche Beziehungen erkennen lassen. So wurden beispielsweise die Abkömmlinge des *Probsteier-* und des *Milton-Hafers* fast immer als stark von der Fritfliege befallen gefunden, während umgekehrt die meisten Nachkommen des *Sächsischen Gebirghafers* und des *Brandenburger Landhafers* sich als mehr oder weniger frittfest erwiesen. Fraglos liegen hier Eigenschaften vor, die eine gewisse Fritwiderstandsfähigkeit bzw. -anfälligkeit bedingen, und die auch

von den Stammformen auf ihre verschiedenen Abkömmlinge vererbt sein müssen. Insoweit ist Kleine, der zuerst auf diese Zusammenhänge hingewiesen hat, durchaus zuzustimmen. Das Problem beginnt aber erst eigentlich dort, wo es die Frage zu klären gilt, was vererbt wird. Kleine deutet hier wiederum ganz generell auf gewisse morphologische, auch zellphysiologische Merkmale hin; Götze verweist auf bestimmte „physiologische Eigenarten“ der Sorten, worunter er vor allem ein verschiedenes Sortenverhalten bestimmten Umweltfaktoren gegenüber (Bodentrockenheit, Nässe usw.) verstanden wissen will. Nach den von uns oben dargelegten Anschauungen wird nicht eine etwas mystische „Fritfliegen-Resistenz-eigenschaft“ einer Hafersorte vererbt, sondern ein spezifisches Rohrzucker-Bildungsvermögen einer Sorte, das seinerseits erst (vielleicht noch zusammen mit anderen inneren Wachstumsfaktoren) die Fritresistenz physiologisch bedingt. Unter diesen Gesichtspunkten will uns dann auch die Sachlage verständlich erscheinen, daß nämlich die einzelnen Hafersorten, die in einem bestimmten Verwandtschaftsverhältnis zueinander stehen, auch eine gewisse erblich bedingte Fritresistenz zum Ausdruck bringen können.

Die ganze Sachlage der Verwandtschaftsgruppen wird sich — vom physiologischen Standpunkt betrachtet — erst völlig klären lassen, wenn eine größere Anzahl von Hafersorten auf ihr spezifisches Zuckerbildungsvermögen hin genauer untersucht ist. Dazu sind umfangreiche und mehrjährige Studien nötig; denn eine chemisch-physiologische Eigenschaft läßt sich nicht durch eine einmalige Stichprobe festlegen, sondern nur durch Bestimmung ihrer Variabilitätsgrenzen und damit durch Fixierung eines sortentypischen Mittelwertes. Daß das in relativ wenigen Jahren möglich ist, zeigt unser obiges Vergleichsbeispiel: von *Lochows Gelbhafer* — *Strubes Weißhafer*. Die uns bisher vorliegenden Analysenbefunde sprechen jedenfalls in der hier gekennzeichneten Richtung eines Kausalzusammenhanges zwischen einem sortenspezifischen Rohrzucker-Bildungsvermögen der Samen und einer relativen Fritfliegenresistenz der Keimpflanzen innerhalb ganz bestimmter Verwandtschaftsgruppen.

Auch die häufig gemachte Beobachtung [Hitner (7), Kleine (9), Finsler (4), Scharnagel (20), Korhammer (16)], daß nämlich die kleinkörnigen Hafersorten im allgemeinen geringer von der Fritfliege befallen werden als die ausgesprochen großkörnigen Sorten, dürfte sich mit unserer Erklärung der relativen Fritfliegen-

resistenz gut in Einklang bringen lassen. Die typisch feinkörnigen Sorten — es sind das bis zu einem gewissen Grade besonders die Gelbhafersorten — haben nach unseren bisherigen Analysenbefunden zumeist das höhere spezifische Rohrzucker-Bildungsvermögen. Die höhere relative Fritresistenz dieser Sorten wäre daher verständlich. Freilich ist darauf hinzuweisen, daß beispielsweise durchaus nicht alle Gelbhafersorten ein hohes spezifisches Rohrzuckerniveau haben (vgl. Tab. 9), wie ja auch bekannt ist, daß durchaus nicht alle Gelbhafersorten typisch feinkörnige Sorten sind. In Hinsicht auf den Fritfliegenbefall hat auch Hiltner (7) schon darauf hingewiesen, daß auf keinen Fall alle unsere Gelbhafersorten als gleichmäßig fritresistent anzusprechen sind.

7. Zusammenfassung.

An drei klimatisch verschiedenen und geographisch weit auseinanderliegenden Versuchsstellen des Reiches (Gießen, Berlin-Dahlem und Muttrin in Pommern) wurden Fritfliegen-Versuche mit verschiedenen Samenherkünften verschiedener Hafersorten durchgeführt. Auf Grund der physiologisch-chemischen Saatgutkonstitution erwiesen sich die in Prüfung stehenden Samenherkünfte als typische „Trockenherkünfte“ einerseits und typische „Feuchtherkünfte“ andererseits.

Im Zusammenhang mit einer erhöhten Wachsfreudigkeit der Keimpflanzen der Trockenherkünfte zeigten diese auch einen geringeren Fritfliegenbefall als die gleichzeitig geprüften Feuchtherkünfte derselben Hafersorten. Die Unterschiede in der Fritfliegen-Anfälligkeit zwischen einer Trocken- und einer Feuchtherkunft kamen sowohl bei Frühsaaten wie auch bei Spätsaaten deutlich zum Ausdruck, sofern eine gewisse Bodentrockenheit im Frühjahr für eine Hervorhebung möglicher Keimpflanzen-Wachstumsunterschiede der Herkünfte sorgte (Versuche in Dahlem und Gießen 1928 und 1929). Hohe Boden- und Luftfeuchtigkeit, wie überhaupt maritime Klimaverhältnisse verwischten dagegen mögliche Wachstumsunterschiede der Keimpflanzen und damit auch die Fritfliegen-Anfälligkeitsunterschiede der Herkünfte, und zwar in der gleichen Weise, wie sie bekanntermaßen auch die Befallsunterschiede der Hafersorten mehr oder minder ausgleichen (Versuche in Muttrin 1929).

Das Fritfliegen-Resistenzproblem wird unter wachstumsphysiologischen Gesichtspunkten der Wirtspflanzen zu deuten versucht.

Vererbt wird nicht eine sortenspezifische „Frit-Widerstandsfähigkeit“, sondern ein art- bzw. sortenspezifisches Rohrzucker-Bildungsvermögen der Samen, das — vielleicht noch mit anderen inneren Wachstumsfaktoren — unter bestimmten Umweltverhältnissen ein gesteigertes Wachstum der Keimpflanzen hervorruft und damit zu einer relativen Fritfestigkeit einer Sorte führt.

Literatur.

1. Blunck, H. und Ludewig, K. Die Fritfliege. Flugbl. d. Biolog. Reichsanstalt **9**, 5. Aufl., 1930.
2. Bode, G. Die Bedeutung des Rohrzuckers in der Gerste. Fortschritte der Landwirtschaft **4**, 545—547, 1929.
3. Collin, J. E. A short summary of our knowledge of the Frit-fly. Ann. of Appld. Biology **5**, 81—96, 1918.
4. Finsler, H. Ein Beitrag zur Theorie und Praxis der Fritfliegenfrage. Diss. München 1924.
5. Götz, G. Hafer und Fritfliege. Pflanzenbau **5**, 346—354, 1929.
6. Hiltner, L. Über die Ursache des diesjährigen schlechten Gedeihens des Hafers. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **8**, 77—80, 1910.
7. —. Das Auftreten der Fritfliege an Sommergetreide. Wochenbl. d. landw. Vereins f. Bayern **112**, 162—163, 1922.
8. Kleine, R. Die Anfälligkeit bzw. Widerstandsfähigkeit einzelner Hafersorten gegen den Befall durch *Oscinis Frit*. Zeitschr. f. Schädlingsbekämpfung **1**, 2—12, 1923.
9. —. Versuch über den Einfluß der Saatzeit, Korngröße, Standort und Saatterapie auf den Befall durch *Oscinis Frit* an vier Hafersorten. Zeitschr. f. Angew. Entomologie **10**, 75—98, 1924.
10. —. Beschädigung des Hafers durch Thysanopteren. Ebenda, **11**, 113 bis 131, 1925.
11. —. Über die Abhängigkeit des Auftretens von *Oscinis Frit* von der Temperatur. Fortschr. d. Landw. **1**, 9—11, 1926.
12. —. Studien über die Widerstandsfähigkeit verschiedener Hafersorten gegen die Fritfliege. Ebenda, **1**, 373—380, 1926.
13. —. Neue Beobachtungen über *Oscinis Frit* und *Thrips* an Hafer. Pflanzenbau **4**, 81—85, 1927.
14. —. Fritfliegenbefall und Kornqualität. Zeitschr. f. Angew. Entomologie **12**, 412—427, 1927.
15. —. Über fritanfällige und resistente Hafersorten. Pflanzenbau **4**, 209 bis 210, 1928.
16. Korhammer, K. Die Fritfliegenanfälligkeit einiger Hafersorten unter verschiedenen Wachstumsbedingungen. Diss. München 1926.
17. Meyer, R. Neuere Studien über die Fritfliege. Angew. Bot. **5**, 132 bis 143, 1923.
18. Schaefer, E. Einiges über die Beziehungen von Fritfliegenschaden, Saatzeit und Sorteneigenart beim Hafer. Deutsche Landw. Presse **52**, 349 bis 350, 1925.

19. Schander, R. und Meyer, R. Untersuchungen über die Fritfliege. Arch. f. Naturgesch. **90**, 12, 12—87, 1924.
20. Scharnagel, Th. Untersuchungen über die Beschädigung verschiedener Hafersorten durch die Fritfliege. Arb. a. d. Biolog. Reichsanst. **13**, 569 bis 580, 1925.
21. Scheibe, A. Über den Vorgang der Wasseraufnahme und die physiologische Bedeutung des Rohrzuckers beim Keimprozeß der Getreidekörner, dargestellt am Hafer. Fortschritte der Landwirtschaft **5**, 386—392, 1930.
22. —. Die Keimung des Hafers in ihrer Abhängigkeit von der physiologischen Konstitution des Saatgutes. Archiv f. Pflanzenbau **8**, 579—649, 1932.
23. —. Das Keimpflanzenwachstum des Hafers in seiner Abhängigkeit von der physiologischen Konstitution des Saatgutes. Archiv f. Pflanzenbau **9**, 197 bis 233, 1932.
24. —. Die Schoß- und Reifeperiode des Hafers in ihrer Abhängigkeit von der physiologischen Konstitution des Saatgutes. Angew. Bot. **16**, 58—100 und 105—136, 1934.
25. —. Der Herkunftswert des Hafersaatgutes, bestimmt durch die morphologische und chemische Kornanalyse. Fortschritte der Landwirtschaft **8**, 337—344, 1933.
26. — und Staffeld, U. Der Rohrzuckergehalt der Samen als ein Hinweis auf den physiologisch-ökologischen Charakter der Getreidearten und -sorten. Fortschritte der Landwirtschaft **6**, 364—369, 1931.

Zur Kenntnis der *Luzula*-bewohnenden Puccinien.

Von

Ernst Gäumann.

(Aus dem Institut für spezielle Botanik der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich.)

Mit 2 Abbildungen.

Die erste Angabe einer *Luzula*-bewohnenden Puccinia stammt, soweit bekannt, von Link, der 1816 (S. 27) ein *Caeoma oblongatum* bzw. eine *Uredo oblongata* auf *Juncus vernalis* (Reich.) = *Luzula vernalis* Lam. et DC. = *Luzula pilosa* (L.) Willd. beschrieb; er nennt die Sporen „oblongis fuscis“. Der Ausdruck fuscus bezieht sich auf den rostroten Sporenhalt, nicht auf die Sporenmembran; denn das Originalmaterial im Herbarium des Botanischen Museums in Berlin, das mir Herr Prof. Dr. E. Ulbrich freundlich zur Verfügung stellte, enthält hyaline Uredosporen; der Wirt ist, wie mein Kollege Walo Koch bestätigte, wirkliche *Luzula pilosa*.

Ohne diese Art zu kennen, gab Libert (1830) in seinen *Plant. crypt. Arduennae*, fasc. I, Nr. 94, auf *Luzula vernalis* eine *Puccinia luzulae* n. sp. heraus und versah sie mit einer kurzen Diagnose; die Wirtspflanze ist, wie Herr Kollege Koch wiederum feststellte, sichere *Luzula pilosa*; die Uredosporen sind (jedenfalls bei dem in unserem Institut vorhandenen Exemplar) hyalin und, abgesehen von den nur mit der Immersion sichtbaren feinen Warzen, glatt. Der Rost auf *Luzula pilosa* bei Libert, *Pl. crypt. Arduennae* Nr. 94, ist somit der erste, der *lege artis* im Jahre 1830 unter dem richtigen, endgültigen Gattungsnamen *Puccinia* veröffentlicht wurde; er besitzt hyaline, glattwandige Uredosporen. Freilich hat Libert die Sachlage nicht gerade vereinfacht, indem er 7 Jahre später in demselben Exsikkatenwerk unter Nr. 395, fasc. IV, ein *Caeoma luzulae* auf *Luzula verna* herausgab; die Wirtspflanze ist, wie Herr Koch feststellte, wieder *Luzula pilosa*, und die Uredosporen sind wiederum hyalin und glatt. Das *Caeoma luzulae* ist somit ein Synonym zur ursprünglichen *Puccinia luzulae*.

In der Folgezeit blieben der Linksche und der ursprüngliche Libertsche Name nebeneinander bestehen. Rabenhorst (1844) führt beispielsweise auf S. 12, unter Hinweis auf Link, eine *Uredo oblonga* auf *Luzula pilosa* an, und auf S. 22, unter Hinweis auf Libert, eine *Puccinia luzulae* auf *Luzula vernalis*; dabei wurde offenbar übersehen, daß *Luzula pilosa* und *Luzula vernalis* Synonyme sind.

Ein Menschenalter später beobachtete J. Schroeter in Schlesien, daß die Uredosporen der *Puccinia* auf *Luzula campestris*, *Luzula multiflora* und *Luzula maxima* durch ihre oft dunklere Färbung, durch ihre Gestalt und durch ihre deutlich stachelige Skulptur von der *Puccinia luzulae* Lib. abwichen; er nannte in sched. seine neue Form *Puccinia obscura* n. sp. und teilte seine Beobachtungen Passerini mit; dieser veröffentlichte 1877 die Bezeichnung *Puccinia obscura* Schroeter in litt. et in sched. mit einer entsprechenden italienischen Beschreibung. Zwei Jahre später gibt Schroeter in einem Autoreferat in Justs Jahresbericht (1879, S. 162) auch eine deutsche Beschreibung. Er nennt die „Uredosporen elliptisch, 24—26 μ lang, 20—22 μ breit, mit braunem, stachligem Epispor und mit fast farblosem Inhalt (bei *P. Luzulae* sind sie fast linealisch, mit fast glattem, farblosem Epispor und rötlichem Inhalt). Teleutosporen 70—78 μ lang, untere Zelle 13—15, obere 16—21 μ breit, am Scheitel stark verdickt, doch weniger

als bei *P. Luzulae*, hellbraun, am Scheitel mit dickem Keimporus“. Als Wirte führte er *Luzula campestris*, *L. multiflora* und *L. maxima* auf.

Als nun Winter (1884) die Rostpilze für die 2. Auflage von Rabenhorsts Kryptogamenflora bearbeitete, schied er, in Übereinstimmung mit Schroeter, die *Luzula*-Roste in zwei Arten, eine mit glatten von ihm gesperrt, hyalinen (er nennt sie sehr blaßgelb) Uredosporen und eine mit stacheligen (von ihm gesperrt), hellbraunen Uredosporen. Für die letztere Art verwendet er den Schroeterschen Namen und nennt sie *Puccinia obscura* Schroet. Für die erstere Art greift er dagegen auf den Linkschens Namen zurück, bildet ihn um in *Puccinia oblongata* (Lk.) Winter und verweist die *Puccinia luzulae* Lib. in die Synonymie.

Diese Lösung dürfte, soweit sie die *Puccinia oblongata* betrifft, den heutigen Nomenklaturregeln nicht völlig entsprechen. Nach Art. 57, Al. 1, der Nomenklaturregeln, 3. Ausgabe, 1935, S. 74, gilt der älteste Name, den „dasjenige Stadium erhalten hat, das die nach allgemeiner Übereinkunft als vollkommen bezeichnete Form enthält, vorausgesetzt, daß dieser Name sonst den Regeln entspricht“. Diese letztere Voraussetzung trifft auf die *Puccinia luzulae* Lib. zu: denn sie ist mit einer gedruckten Diagnose in einem Exsikkatenwerk verteilt worden. Der *Luzula*-Rost mit hyalinen, glattwandigen Uredosporen muß somit *Puccinia luzulae* Lib. heißen, und die Bezeichnung *Pucc. oblongata* (Lk.) Wint. gehört in die Synonymie.

Durch Dietel (1919) wurde sodann auf *Luzula silvatica* eine besondere Art abgetrennt, die *Puccinia luzulae maximae* n. sp. Sie unterscheidet sich von der *Puccinia obscura* durch ihre dunkleren, größeren Uredosporen. Während die *Puccinia obscura* und die *Puccinia luzulae* auf *Bellis* hinüberwechseln (Plowright, 1883, 1884; Maire, 1917; Ito, 1934), ist der Wirtswechsel der *Puccinia luzulae maximae* unbekannt.

In der vorliegenden Untersuchung möchten wir der Spezialisierung der drei soeben genannten, mitteleuropäischen *Luzula*-Roste nachgehen; über diese Fragen scheint nur eine Angabe von Dietel (1919) zu bestehen, der mittels Uredosporen von *Luzula pilosa* *Luzula campestris* zu infizieren vermochte. Eine Prüfung dieser Verhältnisse schien umso notwendiger zu sein, als sich die Angaben über den Wirtskreis der drei Arten häufig widersprechen.

I. Teil. Infektionsversuche.

Die in den Infektionsversuchen verwendeten Pflanzen waren sämtlich im Laufe der Zeit im Freien ausgegraben und z. T. einige Jahre in unserem Institut gezogen worden; dadurch bestand Gewähr, daß sie richtig bestimmt und wirklich gesund, d. h. von Spontaninfektionen frei waren. Ich verdanke sie alle der Freundlichkeit meines Kollegen Koch. Herrn Obergärtner O. Riethmann möchte ich für die sorgfältige Betreuung der Versuche auch hier meinen Dank wiederholen.

1. Infektionsversuche mit Uredosporen der *Pucc. obscura* von *Luzula campestris*.

Das Ausgangsmaterial stammt aus den Kastanienselven der Umgebung von Ciona (Tessin). Es wurde dort von Herrn Dr. Koch gesammelt, zunächst auf *Luzula campestris* vermehrt und hernach für den folgenden Versuch verwendet.

1. Versuchsreihe,

eingeleitet am 7. Juni 1934 mit Uredosporen von *Luzula campestris*. Versuchspflanzen:

- | | |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Luzula campestris</i> (L.) Lam. et DC. | <i>Luzula nivea</i> (L.) Lam. et DC. |
| — <i>Forsteri</i> (Sm.) DC. | — <i>pilosa</i> (L.) Willd. |
| — <i>luzulina</i> (Vill.) D. T. et S. | — <i>sudetica</i> (Willd.) Lam. et DC. |
| — <i>nemorosa</i> (Poll.) E. Mey. | |

Am 21. Juni wurden reichliche Uredolager auf *Luzula campestris* und *Luzula sudetica* beobachtet, eine schwächere Infektion auf *Luzula Forsteri* und vereinzelte, bald verschwindende Uredolager auf *Luzula pilosa*; die übrigen Pflanzen blieben dauernd gesund. Der Versuch wurde am 15. Juni (und auch in späteren Jahren) mit demselben Ergebnis wiederholt. Zur Abrundung dieser Versuchsreihe diente die

2. Versuchsreihe,

eingeleitet am 26. September 1934 mit Uredosporen von *Luzula campestris*. Versuchspflanzen:

- | | |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Luzula campestris</i> (L.) Lam. et DC. | <i>Luzula silvatica</i> (Huds.) Gaud. |
| — <i>lutea</i> (All.) Lam. et DC. | — <i>spicata</i> (L.) Lam. et DC. |
| — <i>multiflora</i> (Retz.) Buch. | |

Nur *Luzula campestris* und *L. spicata* erkrankten (erste Uredolager am 11. Oktober); der Versuch wurde, mit gleichem Erfolg,

am 20. November 1934 wiederholt: auch im Jahre 1935 und 1936 wurde zu mehreren Malen versucht, die Pilzrasse von *Luzula campestris* auf *L. multiflora* (die ja in mehreren Floren mit ihr vereinigt wird) zu übertragen, stets ohne Erfolg.

Es gibt somit auf *Luzula campestris* im südlichen Tessin eine Rasse der *Puccinia obscura*, die nur auf *L. Forsteri*, *L. spicata* und *L. sudetica*, ferner sehr schwach auf *L. pilosa*, dagegen auf keine anderen, geprüften *Luzula*-Arten übergeht.

2. Infektionsversuche mit Uredosporen der Pucc. obscura von Luzula multiflora.

Das Ausgangsmaterial stammte aus der Umgebung von Gattikon (bei Zürich) und wurde von Herrn Dr. Koch aufgefunden. Es diente zunächst für die

3. Versuchsreihe,

eingeleitet am 16. Juni 1934.

Versuchspflanzen:

<i>Luzula campestris</i> (L.) Lam. et DC.	<i>Luzula nivea</i> (L.) Lam. et DC.
— <i>Forsteri</i> (Sm.) DC.	— <i>pilosa</i> (L.) Willd.
— <i>luzulina</i> (Vill.) D. T. et S.	— <i>silvatica</i> (Huds.) Gaud.
— <i>multiflora</i> (Retz.) Buch.	— <i>sudetica</i> (Willd.) Lam. et DC.
— <i>nemorosa</i> (Poll.) E. Mey.	

Am 1. Juli trugen *Luzula multiflora* und *Luzula sudetica* reichliche Uredolager. Alle übrigen Arten und insbesondere die Stöcke von *Luzula campestris*, blieben dauernd gesund. Die Übertragung auf *Luzula campestris* wurde auch in der Folgezeit öfters versucht, stets ohne Erfolg.

Dieselbe Spezialisierung zeigte Uredomaterial aus dem Aletschwald (Wallis), das vom Verfasser gesammelt, hernach vermehrt und sodann für die

4. Versuchsreihe

verwendet wurde, eingeleitet am 3. September 1934.

Versuchspflanzen:

<i>Luzula campestris</i> (L.) Lam. et DC.	<i>Luzula nivea</i> (L.) Lam. et DC.
— <i>Forsteri</i> (Sm.) DC.	— <i>pilosa</i> (L.) Willd.
— <i>lutea</i> (All.) Lam. et DC.	— <i>silvatica</i> (Huds.) Gaud.
— <i>luzulina</i> (Vill.) D. T. et S.	— <i>spicata</i> (L.) Lam. et DC.
— <i>multiflora</i> (Retz.) Buch.	— <i>sudetica</i> (Willd.) Lam. et DC.
— <i>nemorosa</i> (Poll.) E. Mey.	

Am 18. September wurden kräftige Infektionen auf *Luzula multiflora*, *Luzula spicata* und *Luzula sudetica* festgestellt; die übrigen Versuchsarten blieben gesund. Der Versuch wurde am 18. September und 27. November mit demselben Ergebnis wiederholt.

Die biologische Art der *Puccinia obscura* auf *Luzula multiflora* geht somit auf *Luzula spicata* und *Luzula sudetica* über, dagegen nicht auf *Luzula Forsteri* und insbesondere nicht auf *Luzula campestris*. Die Rassen von *Luzula campestris* und *Luzula multiflora* schließen sich also auf ihren Hauptwirten aus; dagegen besitzen sie in *Luzula spicata* und *Luzula sudetica* zwei gemeinsame Sammelwirte, wobei möglicherweise die Form von *Luzula campestris* auf *Luzula spicata* etwas weniger heftig befällt als die Form von *Luzula multiflora*.

3. Infektionsversuche mit Uredosporen der *Puccinia obscura* von *Luzula luzulina*.

Das Ausgangsmaterial wurde von Herrn Dr. Koch im Juli 1934 beim Aufstieg zum Schwarzsee ob Zermatt gesammelt. Es wurde auf *Luzula luzulina* vermehrt und zunächst für die

5. Versuchsreihe

verwendet, eingeleitet am 3. September 1934.

Versuchspflanzen:

Luzula luzulina (Vill.) D. T. et S. *Luzula pilosa* (L.) Willd.
— *Forsteri* (Sm.) DC. — *silvatica* (Huds.) Gaud.

Am 18. September trugen die Stöcke von *Luzula luzulina* reichliche Uredolager; die übrigen Pflanzen blieben dauernd gesund. Zur Abrundung dieses Versuches diente die

6. Versuchsreihe,

eingeleitet am 27. September 1934 mit Nachzuchten von Uredomaterial vom Schwarzsee.

Versuchspflanzen:

Luzula campestris (L.) Lam. et DC. *Luzula nemorosa* (Poll.) E. Mey.
— *lutea* (All.) Lam. et DC. — *nivea* (L.) Lam. et DC.
— *luzulina* (Vill.) D. T. et S. — *spicata* (L.) Lam. et DC.
— *multiflora* (Retz.) Buch. — *sudetica* (Willd.) Lam. et DC.

Am 15. Oktober waren *Luzula luzulina*, *Luzula spicata* und *Luzula sudetica* kräftig befallen; die übrigen Pflanzen blieben dauernd gesund. Die Pilzrasse von *Luzula luzulina* ist also im wesentlichen auf diese Art beschränkt, mit Ausnahme von *Luzula*

spicata und *Luzula sudetica*, die auch ihr, wie den Rassen von *Luzula campestris* und *Luzula multiflora*, als Substrat dienen können.

4. Infektionsversuche mit Uredosporen der *Puccinia obscura* von *Luzula nivea*.

Das Infektionsmaterial wurde vom Verfasser im Juni 1935 in Cassarate bei Lugano gesammelt, zunächst auf *Luzula nivea* vermehrt und hernach für die

7. Versuchsreihe

verwendet, eingeleitet am 10. Juli 1935.

Versuchspflanzen:

- | | |
|--------------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Luzula luzulina</i> (Vill.) D. T. et S. | <i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd. |
| — <i>nemorosa</i> (Poll.) E. Mey. | — <i>silvatica</i> (Huds.) Gaud. |
| — <i>nivea</i> (L.) Lam. et DC. | |

Am 26. Juli wurden reichliche Uredolager auf *Luzula nivea* beobachtet; die übrigen Arten blieben gesund. Leider stellten die Uredolager auf *Luzula nivea* sehr bald ihre Sporenbildung ein, so daß kein weiterer Versuch unternommen werden konnte. Der Verfasser beschaffte daher im Frühsommer 1936 neues Material vom Originalstandort und verwendete es für die

8. Versuchsreihe,

eingeleitet am 1. August 1936.

Versuchspflanzen:

- | | |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Luzula campestris</i> (L.) Lam. et DC. | <i>Luzula nivea</i> (L.) Lam. et DC. |
| — <i>Forsteri</i> (Sm.) DC. | — <i>spicata</i> (L.) Lam. et DC. |
| — <i>lutea</i> (All.) Lam. et DC. | — <i>sudetica</i> (Will.) Lam. et DC. |
| — <i>multiflora</i> (Retz.) Buch. | |

Am 13. August war eine reichliche Infektion auf *Luzula nivea* zu beobachten; die übrigen Pflanzen blieben gesund. Die Übertragungsversuche der Reihen 7 und 8 wurden in der Folgezeit noch mehrmals wiederholt, stets mit demselben Ergebnis: Der Pilz von *Luzula nivea* ist auf *Luzula nivea*, und nur auf diese, spezialisiert.

5. Infektionsversuche mit Uredosporen der *Puccinia obscura* auf *Luzula pilosa*.

Obschon die Versuchsreihen 1—7 meist schon vor einigen Jahren ausgeführt worden waren, hielt der Verfasser mit ihrer Veröffentlichung zurück, weil ihm immer noch die *Puccinia obscura* auf

Luzula pilosa fehlte. Diese Pilzform scheint in der Ost- und Süd-schweiz sehr selten zu sein. Alle untersuchten Funde auf *Luzula pilosa* gehörten zur *Puccinia luzulae*. Am Neujahrstag 1937 fand der Verfasser an einer aperten Stelle am Südhang des Etzel (Kanton Schwyz) wieder einmal infizierte Stöcke von *Luzula pilosa*; sie wurden gewohnheitsgemäß, mit wenig Hoffnung, ausgegraben und nach Hause gebracht; der Pilz war, als Lohn für gutes Tun, die längst gesuchte *Puccinia obscura*. Damit dürfte einmal mehr bewiesen sein, daß die *Puccinia obscura*, die ja fast nie Teleutosporen bildet, in unserem Klima mit *Uredo* überwintert. Die Uredosporen wurden in den folgenden Wochen vermehrt und dienten als Ausgangsmaterial für die 9. und 10. Versuchsreihe.

9. Versuchsreihe,

eingeleitet am 8. März 1937.

Versuchspflanzen:

<i>Luzula campestris</i> (L.) Lam. et DC.	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.
— <i>luzulina</i> (Vill.) D. T. et S.	— <i>sudetica</i> (Willd.) Lam. et DC.
— <i>multiflora</i> (Retz.) Buch	

Am 23. März trugen *Luzula luzulina* und *Luzula pilosa* reichliche Uredolager; die übrigen Pflanzen blieben dauernd gesund. Da *Luzula campestris* einige verdächtige Flecken aufwies, nahmen wir sie auch in die

10. Versuchsreihe

herein, die am 23. März eingeleitet wurde.

Versuchspflanzen:

<i>Luzula campestris</i> (L.) Lam. et DC.	<i>Luzula nivea</i> (L.) Lam. et DC.
— <i>Forsteri</i> (Sm.) DC.	— <i>pilosa</i> (L.) Willd.
— <i>lutea</i> (All.) Lam. et DC.	— <i>silvatica</i> (Huds.) Gaud.
— <i>nemorosa</i> (Poll.) E. Mey.	

Am 4. April waren die Stöcke von *Luzula pilosa* reichlich befallen; einige Blätter von *Luzula campestris* trugen vereinzelte Uredolager. Die *Puccinia obscura* von *Luzula pilosa* vermag somit *Luzula campestris* unter günstigen Bedingungen schwach zu infizieren. Die Empfänglichkeit von *Luzula spicata* konnte leider nicht geprüft werden, da unsere Exemplare dieser Art in der Zwischenzeit eingegangen waren.

6. Infektionsversuche mit Uredosporen der *Puccinia luzulae maximae* Diet.

Das Ausgangsmaterial lieferten Stöcke von *Luzula silvatica*, die im Garten unseres Institutes für Bestimmungsübungen gezogen wurden und seit Jahren reichliche Uredolager trugen.

11. Versuchsreihe,

eingeleitet am 21. April 1933.

Versuchspflanzen:

<i>Luzula campestris</i> × <i>sudetica</i>	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.
— <i>luzulina</i> (Vill.) D. T. et S.	— <i>silvatica</i> (Huds.) Gaud.
— <i>nemorosa</i> (Poll.) E. Mey.	— <i>sudetica</i> Willd.

Nach zwei Wochen trugen die Exemplare von *Luzula silvatica*, und nur diese, reichlich Uredolager. Zu einem ähnlichen Ergebnis führte die

12. Versuchsreihe,

eingeleitet am 22. April 1933.

Versuchspflanzen:

<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	<i>Luzula nivea</i> (L.) Lam. et DC.
— <i>Forsteri</i> (Sm.) DC.	— <i>silvatica</i> (Huds.) Gaud.
— <i>lutea</i> (All.) Lam. et DC.	— <i>spicata</i> (L.) Lam. et DC.
— <i>multiflora</i> (Retz.) Buch.	

Auch in dieser Reihe wurde nur *Luzula silvatica* befallen. Diese Übertragungsversuche wurden in den folgenden Jahren mehrere Male wiederholt, stets mit demselben Erfolg: die *Puccinia luzulae maximae* Dietel ist, im Rahmen der untersuchten *Luzula*-Arten, ausschließlich auf *Luzula silvatica* spezialisiert.

7. Infektionsversuche mit Uredosporen der *Puccinia luzulae* Lib. von *Luzula pilosa*.

Das Ausgangsmaterial stammte vom Uznacher Berg (Kanton St. Gallen) und wurde von Herrn Kollegen Koch gesammelt.

13. Versuchsreihe,

eingeleitet am 18. September 1936.

Versuchspflanzen:

<i>Luzula Forsteri</i> (Sm.) DC.	<i>Luzula multiflora</i> (Retz.) Buch.
— <i>luzulina</i> (Vill.) D. T. et S.	— <i>pilosa</i> (L.) Willd.

Am 2. Oktober wurde ein reichlicher Befall auf *Luzula luzulina* und *Luzula pilosa* und eine schwache, später wieder verschwindende Infektion auf *Luzula Forsteri* festgestellt; die mikroskopische Überprüfung der Uredolager ergab das Vorhandensein von unzweifelhafter *Puccinia luzulae*. — Eine ähnliche, weite Wirtswahl ging aus der

14. Versuchsreihe

hervor, die am 24. September 1936 eingeleitet wurde.

Versuchspflanzen:

<i>Luzula campestris</i> (L.) Lam. et DC.	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.
— <i>lutea</i> (All.) Lam. et DC.	— <i>silvatica</i> (Huds.) Gaud.
— <i>nemorosa</i> (Poll.) E. Mey.	— <i>spicata</i> (L.) Lam. et DC.
— <i>nivea</i> (L.) Lam. et DC.	— <i>sudetica</i> (Willd.) Lam. et DC.

Der Pilz ging in dieser Reihe auf *Luzula spicata* und *Luzula sudetica* über. Die Versuchsreihen 13 und 14 wurden in der Folgezeit mehrere Male, so am 17. Oktober, am 9. November und am 3. Dezember, wiederholt, stets mit demselben Ergebnis: die *Puccinia luzulae* befällt außer ihrem ursprünglichen Wirt, *Luzula pilosa*, noch regelmäßig die soeben genannten *Luzula*-Arten. Auch auf *Luzula Forsteri* war der Infektionserfolg in diesen späteren Reihen kräftiger als in der Versuchsreihe 13.

Um die Versuchsreihen 1—14 besser zu überblicken, stellen wir ihre Ergebnisse in Tabelle 1 zusammen (s. S. 300).

Wir sehen: die *Puccinia obscura* Schroeter zerfällt in mindestens fünf biologische Arten, deren Wirtswahl verschieden scharf ausgeprägt ist. Die forma specialis *niveae* vermag nur auf *Luzula nivea* und auf keiner andern untersuchten *Luzula*-Art zu leben. Die übrigen vier formae speciales sind dagegen weniger streng spezialisiert; drei von ihnen vermögen gemeinsam *Luzula spicata* und *Luzula sudetica* als Sammelwirte zu bewohnen. Ferner schließen sich die formae speciales *campestris* und *pilosae* gegenseitig nicht vollkommen aus, indem die Form von *Luzula campestris* auf *Luzula pilosa* und die Form von *Luzula pilosa* auf *Luzula campestris* vergängliche Subinfektionen zu erzeugen vermag. *Luzula luzulina* ist Sammelwirt sowohl für die forma specialis *luzulinae* als für die forma specialis *pilosae*.

Keine dieser fünf Formen der *Puccinia obscura* vermag *Luzula silvatica* zu infizieren, den Wirt der *Puccinia luzulae maximae* Dietel. Umgekehrt vermag dieser Pilz auf keine der hier untersuchten *Luzula*-Arten überzugehen; er ist auf *Luzula silvatica* beschränkt.

Die *Puccinia luzulae* Libert ist endlich, nach der Zahl der Wirtsarten zu urteilen, ungefähr ebenso polyphag wie die forma *specialis campestris* der *Puccinia obscura*; dagegen ist ihre Wirtswahl sprunghaft: *Luzula Forsteri* wurde in unsern Versuchen regelmäßig und willig befallen, die ihr nahestehende *Luzula campestris* dagegen nie. Die *Puccinia luzulae* besitzt, im Rahmen der hier untersuchten *Luzula*-Arten, keine einzige Art, die für sie spezifisch wäre; sondern die *Luzula*-Arten, die sie zu befallen vermag, tragen auch eine oder mehrere biologische Formen der *Puccinia obscura*. Die gelegentliche Vermischung dieser beiden Pilzarten in ein und demselben *Luzula*-Bestand in der freien Natur erklärt gewisse Unstimmigkeiten in den Angaben der Herbaretiketten und der Literatur.

Eine Beziehung zwischen der systematischen Verwandtschaft der *Luzula*-Arten und der Wirtswahl der hier untersuchten *Luzula*-Roste konnte in keinem Falle festgestellt werden.

II. Teil. Variationsstatistische Messungen.

Variationsstatistische Messungen an Uredo- und Teleutosporen der *Luzula*-bewohnenden Puccinien wurden schon von Dietel (1919) in großer Zahl ausgeführt, vor allem zum Zwecke, seine *Puccinia luzulae maximae* n. sp. sicherzustellen und abzugrenzen. Von seinen Ergebnissen interessiert uns hier vor allem die Feststellung, daß die Uredosporen von *Luzula campestris* deutlich kleiner seien als diejenigen von *Luzula silvatica*, dagegen mit den Uredosporen von *Luzula multiflora* und von *Luzula pilosa* hinlänglich übereinstimmen. Bei der jeweiligen mikroskopischen Nachprüfung des Infektionserfolges der im I. Teil dieser Arbeit beschriebenen Infektionsversuche fiel es uns nun auf, daß die Uredosporen auf unserer *Luzula multiflora* stets deutlich länger waren als diejenigen von *Luzula campestris*. Zwei Mitarbeiter, Herr Ch. Terrier und Frl. Fr. Speckert, haben deshalb von jedem Wirt der 2. Kolonne der Tabelle 1 je 200 Uredosporen in Länge und Breite gemessen, ausgenommen bei der *Puccinia luzulae maximae*, für welche die Angaben von Dietel (a. a. O.) übernommen wurden.

Die Ergebnisse sind in Tab. 2 zusammengestellt und in Abb. 1 und 2 graphisch veranschaulicht. Sie bestätigen zunächst die Angaben der Literatur, wonach die Uredosporen der *Puccinia luzulae* Lib. (Abb. 1 und 2, Kurve B) länger und etwas schmaler seien als diejenigen der *Puccinia obscura* (Abb. 1 und 2, Kurven 1—5).

Desgleichen bestätigen sie die Angaben von Dietel (1919), wonach die Uredosporen der *Puccinia luzulae maximae* (Abb. 1 und 2, Kurve A) größer und breiter seien als bei der *Puccinia obscura* (Kurven 1—5). Dagegen wurde für die biologischen Arten der *Puccinia obscura* unser Eindruck bestätigt: die Uredosporen der formae speciales *campestris* (Abb. 1 und 2, Kurve 1) *luzulinae*

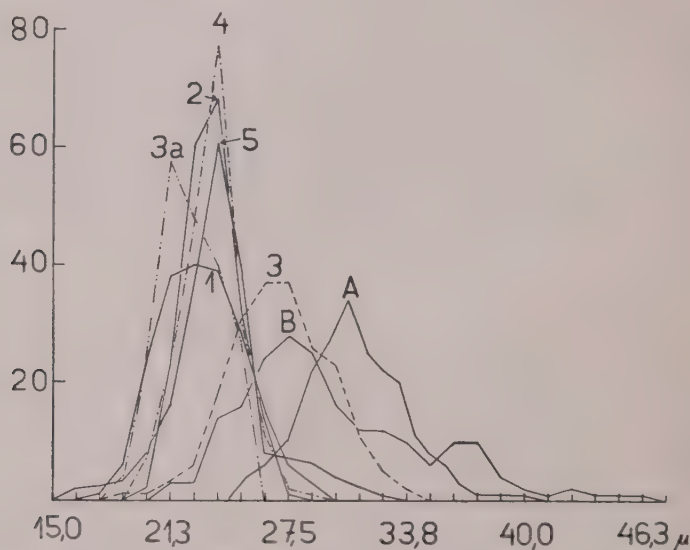


Abb. 1. Längen von je 200 Uredosporen der untersuchten *Luzula*-Puccinien.

Puccinia obscura Schroeter

f. sp. *campestris* Gm.

Kurve 1

f. sp. *luzulinae* Gm.

Kurve 2

f. sp. *multiflorae* Gm.

Kurve 3

Luzula multiflora aus Mitteldeutschland

Kurve 3a

f. sp. *niveae* Gm.

Kurve 4

f. sp. *pilosae* Gm.

Kurve 5

Puccinia luzulae maximae Dietel

Kurve A

Puccinia luzulae Libert

Kurve B

(Kurve 2), *niveae* (Kurve 4) und *pilosae* (Kurve 5) sind unter sich gleich groß, diejenigen der f. sp. *multiflorae* sind erheblich länger; der Kurvengipfel der f. sp. *multiflorae* reicht nahezu an denjenigen der *Puccinia luzulae* (Abb. 1, Kurve B) heran. Dieser Sachverhalt wurde sowohl an dem Material von Gattikon wie an den Belegen aus dem Aletschwald (Wallis), aus dem Sihlwald (bei Zürich) und

aus dem Herb. Mayor (Perreux) bestätigt: die schweizerischen Exemplare von *Luzula multiflora* tragen durchwegs eine Rostform, deren Uredosporen deutlich länger sind als diejenigen von *Luzula campestris*. Dabei muß freilich sorgfältig auf die Bestimmung der Wirtspflanzen geachtet werden; wir haben nur Exemplare mit Blütenständen verwendet, deren Zugehörigkeit von Herrn Kollegen

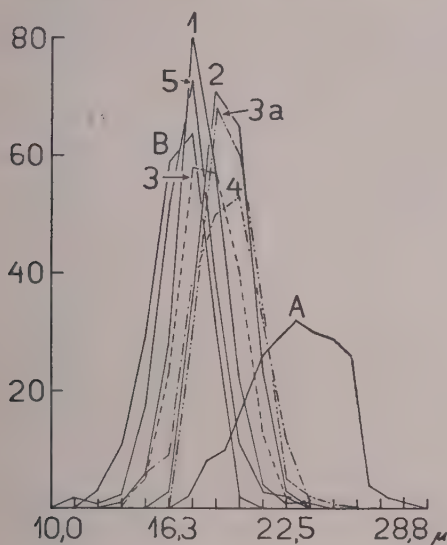


Abb. 2. Breiten von je 200 Uredosporen der untersuchten *Luzula*-Puccinien.

Puccinia obscura Schroeter

f. sp. *campestris* Gm.

Kurve 1

f. sp. *luzulinae* Gm.

Kurve 2

f. sp. *multiflorae* Gm.

Kurve 3

Luzula multiflora aus Mitteldeutschland

Kurve 3a

f. sp. *niveae* Gm.

Kurve 4

f. sp. *pilosae* Gm.

Kurve 5

Puccinia luzulae maximae Dietel

Kurve A

Puccinia luzulae Libert

Kurve B

Koch verifiziert werden konnte (über die morphologischen Unterschiede zwischen einigen, hier in Betracht fallenden *Luzula*-Arten siehe Samuelsson, 1922).

Obschon an der Richtigkeit der Angaben von Dietel (1919), wonach die Uredosporen auf *Luzula multiflora* gleich groß seien wie diejenigen auf *Luzula campestris*, kein Zweifel bestehen konnte,

haben wir doch Herrn Kollegen Dietel gebeten, uns seine Belege zur Verfügung zu stellen. Wir möchten ihm für seine Bereitwilligkeit auch hier unsern Dank wiederholen. Zwei blühende bzw. fruchtende Belege, „Erzgebirge, Morgenröte, 17. Juli 1919, leg. P. Dietel“ und „Hüttengrund bei Hohenstein, 27. Mai 1920, leg. P. Dietel“, wurden statistisch ausgemessen. Die Ergebnisse des letzteren Beleges sind in Abb. 1 und 2 als Kurve 3a eingetragen; ihr Variationspolygon stimmt vollkommen mit demjenigen von *Luzula campestris* (Kurve 1) überein; desgleichen liegen die entsprechenden Mittelwerte in Tab. 2 sehr nahe beieinander. Auch das erstgenannte Beleg führte zur selben Schlußfolgerung: die Materialien von *Luzula multiflora* aus Mitteldeutschland, die Dietel untersucht hat, decken sich bezüglich der Dimensionen ihrer Uredosporen mit denjenigen von *Luzula campestris*, die Materialien aus der Schweiz haben dagegen deutlich längere Uredosporen als die Form auf *Luzula campestris*.

Auf *Luzula multiflora* kommen somit zwei verschiedene formae speciales der *Puccinia obscura* vor: eine Form in Mitteldeutschland mit gleichen Uredosporen wie auf *Luzula campestris*, und eine Form in der Schweiz mit längeren Uredosporen als diese. Die schweizerische Form vermag *Luzula campestris* nicht zu befallen, sondern sie geht (Tab. 1) nur auf *Luzula spicata* und *Luzula sudetica* über. Wie es in dieser Hinsicht mit der mitteldeutschen Form bestellt ist, werden entsprechende Infektionsversuche zeigen müssen. Derartige „geographische Rassen“, d. s. biologische Formen, die geographisch disjunkte Areale bewohnen, sind ja für die wirtschaftlich wichtigen Roste, z. B. die Getreideroste, verschiedentlich bekannt geworden. Um so lehrreicher ist es, einmal ein einschlägiges Beispiel auch bei einem wirtschaftlich bedeutungslosen Objekt kennen zu lernen, bei dem die Möglichkeit der Verschleppung und der Wanderung im Vergleich zu den Rosten auf Kulturpflanzen verschwindend klein ist.

Dieser Befund, daß es auf *Luzula multiflora*, *L. spicata* und *L. sudetica* eine Rostrasse gibt, deren Uredosporen fast ebenso lang sind wie diejenigen der *Puccinia luzulae* (d. i. der früheren *Puccinia „oblongata“*), hilft nun auch einen Teil der Verwirrung erklären, die bezüglich des Wirtskreises der *Luzula*-Puccinien besteht.

Tabelle 2. Mittelwerte und Streuungen der Längen und Breiten der Uredosporen der untersuchten *Luzula*-bewohnenden Puccinien.

Pilzart	Untersuchter Wirt	Länge μ	Breite μ
<i>Puccinia obscura</i> Schroeter . .			
f. sp. <i>campestris</i> Gm.	<i>Luzula campestris</i>	23,5 ± 2,21	19,2 ± 0,83
f. sp. <i>luzulinae</i> Gm.	— <i>luzulina</i>	24,1 ± 1,41	19,9 ± 1,24
f. sp. <i>multiflorae</i> Gm.	— <i>multiflora</i>	27,7 ± 2,60	19,1 ± 1,58
Mitteldeutsche Form auf	— <i>multiflora</i>	23,0 ± 1,61	20,2 ± 1,39
f. sp. <i>niveae</i> Gm.	— <i>nivea</i>	24,1 ± 1,51	19,9 ± 1,74
f. sp. <i>pilosa</i> Gm.	— <i>pilosa</i>	24,0 ± 1,92	19,1 ± 1,61
<i>Puccinia luzulae maxima</i> Dietel	— <i>silvatica</i>	30,4 ± 2,63	23,0 ± 2,22
<i>Puccinia luzulae</i> Libert	— <i>pilosa</i>	30,5 ± 4,76	17,3 ± 1,47

Eine erste Quelle dieser Unklarheiten liegt freilich nicht im Vorhandensein dieser morphologisch etwas abweichenden, biologischen Art begründet, sondern in der Schwierigkeit, *Luzula*-Arten, vor allem im sterilen Zustande, zu bestimmen: so sind alle Exemplare von *Luzula campestris*, die uns zu Gesicht kamen und die *Puccinia oblongata* (bzw. *luzulae*) tragen sollten, von Herrn Kollegen Koch als unrichtig bestimmt erkannt worden; auch das authentische Beleg: Johannes Kunze, Fungi selecti exsiccati 529, *Puccinia oblongata* (Link) Winter, ad *Luzulae campestris* DC. folia viva, Oerlikon prope Zürich, October 1880, leg. G. Winter, ist nicht *Luzula campestris*, sondern *Luzula pilosa* (L.) Willd. Wir wollen damit nicht sagen, daß die *Puccinia luzulae* auf *Luzula campestris* nicht vorkommen kann, sondern nur, daß wir sie auf sicher bestimmter *Luzula campestris* noch nie gesehen haben.

Auch eine zweite Quelle der Unklarheiten liegt nicht in der oben genannten abweichenden forma specialis begründet, sondern in der Überschätzung der Zuverlässigkeit der Farbe der Uredosporen als spezifisches Unterscheidungsmerkmal. Schroeter (a. a. O.) beschrieb nämlich die Uredosporen seiner *Puccinia obscura* als braun (gemeint ist dunkelbraun, daher der Name obscurus). Tatsächlich ist aber ihre Farbe, wie schon Dietel feststellte, nur ausnahmsweise intensiv braun, meistens (bzw. höchstens) zimtbraun, bräunlich, blaßbraun, gelblich und zuweilen fast hyalin. Es mag sein, daß ihre Farbe je nach der Jahreszeit und nach den äußeren

Bedingungen, unter denen sie entstanden sind, etwas wechselt. Unter dem Eindruck des Wortes *obscurus* bestand bei der Aufarbeitung von floristischen Belegen die Versuchung, alle Belege mit blassen Uredosporen, trotz ihres stacheligen Episporis, nicht der *Puccinia obscura* zuzuweisen, sondern sie aus Verlegenheit bei der *Puccinia luzulae* unterzubringen: so sind im Herb. Bot. Museum der Universität Berlin die folgenden Belege der *Puccinia luzulae*, die Herr Kollege Ulbrich in freundlicher Weise zu meiner Verfügung stellte, nicht echte *Puccinia luzulae*, sondern blasse *Puccinia obscura*: 1. auf *Luzula campestris*. Bei Liegnitz leg. Gerhardt (zwei Proben) und: Lunitzer See bei Liegnitz, Juli 1873, leg. Gerhardt; 2. auf *Luzula multiflora*, Georgenberg bei Striegau. Sept. leg. Zimmermann; ferner Hilversum, Juli 1879, Oudemans, Fungi Neerlandici exs. 254; und: Neurode bei Liegnitz, Anfang Juli 1871, leg. Gerhardt; 3. auf *Luzula pallescens*, Pantner Höhen bei Liegnitz, Mitte August 1870, leg. Gerhardt.

Eine dritte Quelle der Unklarheit liegt nun endlich in den abweichenden Dimensionen der neuen Form auf *Luzula multiflora*, *Luzula spicata* und *Luzula sudetica*. Die Uredosporen der *Puccinia obscura* galten als „rundlich“, diejenigen der *Puccinia luzulae* (i. e. der frühern *Puccinia oblongata*), wie schon ihr Name sagt, als oblong, also als „länglich“. Somit lag es nahe, alle Formen mit oblongen Uredosporen, wiederum trotz ihres stacheligen Episporis, bei der *Puccinia „oblongata“*, eben der *Puccinia luzulae*, unterzubringen. Und wenn man überdies bedenkt, daß beispielsweise *Luzula spicata* und *Luzula sudetica* Sammelwirte für alle drei Typen darstellen, für die „rundlichen“ Uredosporen der *Puccinia obscura* f. sp. *campestris* und für die „länglichen“ (jedoch stacheligen) Uredosporen der *Puccinia obscura* f. sp. *multiflorae*, und für die „länglichen“ (jedoch praktisch gesprochen glatten) Uredosporen der *Puccinia luzulae*, und wenn man schließlich noch in Erwägung zieht, welche Schwierigkeiten der Mykologe bei der richtigen Bestimmung von *Luzula*-Arten, vor allem im sterilen Zustande, zu überwinden hat, dann wird man dem Durcheinander, das in den Herbarien bezüglich der *Luzula*-Roste existiert, ein herzliches Verstehen entgegenbringen.

Soweit unsere Kenntnisse heute gesichert sind, lassen sich die mitteleuropäischen *Luzula*-Roste in der folgenden Weise gliedern.

Puccinia obscura Schroeter. Uredosporen blaß bis zimtbraun, mit locker stehenden Stacheln besetzt, meist 24—28 μ lang, meist 19—20 μ breit. Scheitel der Teleutosporen meist 4—8, seltener bis 12 μ dick.

- Diese Art zerfällt bis jetzt in 5 biologische Formen, die
- f. sp. *campestris* Gm. auf *Luzula campestris* (L.) Lam. et DC., *Luzula Forsteri* (Sm.) DC., *Luzula spicata* (L.) Lam. et DC. und *Luzula sudetica* (Willd.) Lam. et DC. als Hauptwirte und *Luzula pilosa* (L.) Willd. als Nebenwirt,
 - f. sp. *luzulinae* Gm. auf *Luzula luzulina* (Vill.) D. T. et S., *Luzula spicata* (L.) Lam. et DC. und *Luzula sudetica* (Willd.) Lam. et DC.
 - f. sp. *multiflorae* Gm. auf *Luzula multiflora* (Retz.) Buch., *Luzula spicata* (L.) Lam. et DC. und *Luzula sudetica* (Willd.) Lam. et DC.
 - f. sp. *niveae* Gm. auf *Luzula nivea* (L.) Lam. et DC.
 - f. sp. *pilosae* Gm. auf *Luzula luzulina* (Vill.) D. T. et S. und *Luzula pilosa* (L.) Willd. als Hauptwirte und *Luzula campestris* (L.) Lam. et DC. als Nebenwirt.

Puccinia luzulae maximae Dietel. Uredosporen dunkler braun und größer als bei der *Puccinia obscura*, meist 30—31 μ lang, 23—24 μ breit. Scheitel der Teleutosporen wie bei der *Puccinia obscura*.

Bis jetzt nur bekannt geworden auf *Luzula silvatica* (Huds.) Gaud.

Puccinia luzulae Libert; syn. *Puccinia oblongata* (Link) Winter. Uredosporen hyalin, glatt (bzw. mit Wärzchen, die nur mit der Immersion zu erkennen sind, besetzt). Scheitel der Teleutosporen bis 17 μ dick.

Bis jetzt nachgewiesen auf *Luzula Forsteri* (Sm.) DC., *Luzula luzulina* (Vill.) D. T. et S., *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Luzula spicata* (L.) Lam. et DC. und *Luzula sudetica* (Willd.) Lam. et DC.

Zweifelsohne werden spätere Untersuchungen den Wirtskreis dieser Formen noch erweitern und ihnen wohl auch neue formae speciales beifügen; so sind eine ganze Reihe als Wirte der *Puccinia obscura* bekannten *Luzula*-Arten entweder in unsern Versuchen nicht geprüft oder durch die von uns verwendeten Pilzrassen nicht befallen worden, z. B. *Luzula carolinae* Wats., *Luzula comosa*

E. Mey., *Luzula intermedia* (Thuill.) Nels., *Luzula lactea* E. Mey., *Luzula lutea* (All.) Lam. et DC., *Luzula nemorosa* (Poll.) E. Mey., *Luzula nodulosa* (Bor. et Chaub.) E. Mey. (= *Luzula graeca* Kth.), *Luzula nutans* (Vill.) Duval-Jouve, *Luzula pallescens* (Wbg.) Bess. und *Luzula parviflora* (Ehrh.) Desv.

Diese mykologisch-floristischen Untersuchungen aus den Mußstunden eines angewandten Botanikers mögen unsern Freund und Jubilar, Herrn Geheimrat Prof. Dr. O. Appel, an seine Lehr- und Wanderjahre erinnern; er verbrachte sie als junger Apotheker in der Schweiz und erwarb sich dort, im Klub der hungrigen Assistenten in Zürich, in einer nahe verwandten Gattung der uns hier interessierenden Luzulae, nämlich in der Gattung *Carex*, als Florist und Systematiker derart bedeutsame Verdienste, daß sie einige Jahre später in der *Carex Appelliana* Zahn ihre unvergängliche Anerkennung fanden.

Zitierte Literatur.

- Dietel, P. 1917. Über einige neue oder bemerkenswerte Arten von *Puccinia*. (Ann. myc., **15**, 492—494.)
- . 1919. Über die *Puccinia obscura* Schroet. und einige verwandte Puccinien auf *Luzula*. (Ann. myc., **17**, 48—58.)
- Ito Seiya. 1934. Cultures of Japanese Uredinales I. (Bot. Magazine Tokyo, **48**, 531—539.)
- Link, H. F. 1816. Observationes in ordines plantarum naturales. (Magazin Gesellsch. naturforsch. Freunde Berlin, **7**, 25—45.)
- Maire, R. 1917. Schedae ad Mycothecam boreali-africanam. (Bull. soc. hist. nat. de l'Afrique du Nord, **8**, 242—261.)
- . 1917. Champignons nord-africains nouveaux ou peu connus. (l. c., 134—200.)
- Plowright, Ch. B. 1883. *Aecidium bellidis* DC. (Grevillea, **12**, 86.)
- . 1884. On the life-history of *Aecidium bellidis* DC. (Journ. Linn. Soc. London, Bot., **20**, 511—512.)
- Rabenhorst, L. 1844. Deutschlands Kryptogamen-Flora. 1. Band, Pilze. (Leipzig, 614 S.)
- Samuelsson, G. 1922. Zur Kenntnis der Schweizer Flora. (Vierteljahrsschrift d. naturforsch. Ges. Zürich, **67**, 224—267.)
- Schroeter, J. 1877. *Puccinia obscura*. (Passerini G., Funghi Parmensi, in Nuovo giorn. bot. Ital., **9**, 235—267.)
- . 1879. Pilze, in Justs Botanischer Jahresbericht, **5**, 1877, 55—213.
- Winter, G. 1884. Uredineen. (Rabenhorsts Kryptogamenflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, 2. Aufl., **1**, 132—270.)

Besprechungen aus der Literatur.

Braun, H. Kurze Anleitung zur Erkennung und Bekämpfung der wichtigsten Unkräuter. 75 S., 70 Abb., Verl. Paul Parey, Berlin 1937. Preis RM. 2,60.

In gedrängter Kürze, die allen unnötigen Ballast vermeidet, behandelt der Verf. in leicht verständlicher Form etwa 95 der wichtigsten Unkrautarten, die nach ihrem Hauptvorkommen auf Acker, Wiese und Weide in 10 Gruppen gegliedert werden. Die kurzen Beschreibungen der einzelnen Arten sind durch gute photographische Abbildungen ergänzt, deren drucktechnische Wiedergabe allerdings manches zu wünschen übrig läßt. Hier müßte bei einer Neuauflage Abhilfe geschaffen werden. Sehr praktisch sind die der Artbeschreibung angefügten Zahlenangaben, die auf die erforderlichen Bekämpfungsmaßnahmen hinweisen. Dadurch ließ sich jegliche Wiederholung vermeiden und die „Unkrautbekämpfung“ konnte im zweiten Teil zusammenhängend behandelt werden. Dabei wird besonderer Wert auf die Vorbeugungs- und Kulturmaßnahmen gelegt, die ja in jedem Falle die Grundlage der Unkrautbekämpfung bilden müssen. Es folgen ein Abschnitt über die chemischen Bekämpfungsverfahren, eine Zusammenstellung der zur Bekämpfung bestimmter Unkräuter erlassenen Polizeiverordnungen und eine Uebersicht über die bei der Saatenanerkennung zu beanstandenden Unkräuter.

Die kleine Schrift wendet sich in ihrer allgemein verständlichen Form in erster Linie an den Praktiker und ist nach Ansicht des Ref. als Hilfsmittel für den Unterricht in Landwirtschaftsschulen hervorragend geeignet. Man kann nur hoffen und wünschen, daß das Buch möglichst bald ausgedehnte Verbreitung in der landwirtschaftlichen Praxis findet.

H. Richter, Berlin-Dahlem.

Koernicke, M. und Lindenbein, W. Untersuchungen über die pflanzenphysiologischen Grundlagen der Verwendung von Elektrolicht und -wärme in Treibbeeten. Die Gartenbauwissenschaft, 10, 151—183, 1936.

Es wird über vierjährige Arbeiten berichtet, die unter besonderer Berücksichtigung der westdeutschen gärtnerischen Interessen aufgenommen wurden. Der wirtschaftlich durchführbare Ersatz der alten Mistbeetanlagen durch elektrisch beheizte und belichtete Treibbeete machte noch die Beantwortung einer Reihe pflanzenphysiologischer Fragen, insbesondere über Regelung von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Licht notwendig, deren Beantwortung sich die Verfasser zum Ziel gesetzt hatten. In den besonders beschriebenen Treibbeetanlagen wurden unter Kontrolle von Boden- und Lufttemperatur, Feuchtigkeit und CO₂-Gehalt der Luft Salat, Buschbohnen und Kohlrabi auch wirtschaftlich befriedigend angezogen. Auf eine zusätzliche nächtliche Belichtung reagierten besonders die Buschbohnsensorten günstig, wobei die Verf. aus wirtschaftlichen Gründen zur Anwendung der einfacheren Glühlampenbeleuchtung raten, statt der in der Anlage teureren Neonbeleuchtung (was durchaus mit den vom Referenten in dieser Zeitschrift veröffentlichten Ergebnissen der vergleichenden Beleuchtungsversuche mit den beiden Lampenarten übereinstimmt).

Voss, Berlin-Dahlem.

Moritz, O. Einführung in die allgemeine Pharmakognosie. Gustav Fischer, Jena 1936. 350 Seiten. 8 Abb. Broschiert 15,— RM, gebunden 16,50 RM.

Vorliegende allgemeine Pharmakognosie ist nach neuen Gesichtspunkten gegliedert und weicht von den üblichen pharmakognostischen Lehrbüchern wesentlich ab. Es ist das Verdienst des Verf., die pharmakognostischen Daten, wie sie bisher unberechtigterweise für die Pharmazeuten abgegrenzt waren, um allgemeine pharmakologische Kenntnisse erweitert zu haben, eine Maßnahme, die außerordentlich zu begrüßen ist. Die weitverbreitete Meinung, die Pharmakologie sei eine rein medizinische Disziplin, ist nicht nur unmodern, sondern auch abwegig; denn gerade der Nichtmediziner wird durch das Studium der Arzneiwirkung und ihrer vielseitigen Möglichkeiten von einer Krankheitsbehandlung abgehalten werden. Da später diesem Buch ein pharmakognostisches Praktikum folgen soll, ist besonderer Wert auf eine allgemeine methodische Anleitung gelegt, und Einzelheiten über Morphologie und Anatomie der Drogen sind weggelassen. Die Drogen und Drogenpräparate sind nach ihrer therapeutischen Verwendung (Ersatztherapie, Reiz, Umstimmungs- und Symptomtherapie) aufgeführt. Innerhalb dieser großen Gebiete wurden die Drogen nach Inhaltsstoffen, unter Berücksichtigung biologischer Gesichtspunkte, geordnet.

Abschließend sind einige Kapitel der Drogenbeschaffung und Drogenbearbeitung gewidmet. Für die Drogenauffindung dürften die Pharmakohistorie und die Pharmakoethnographie von Wert sein. Eine wichtige Rolle spielt hierbei das Problem der Einbürgerung ausländischer Arzneipflanzen. Im Gegensatz zur Kulturpflanzenzüchtung sind für die Heilpflanzenzüchtungen durchweg sog. sekundäre Pflanzenstoffe maßgebend. Da ein möglichst großer „Heilwert“ erzielt werden muß, wird es in erster Linie auf die Qualität der Droge ankommen. Selektion geeigneter Individuen, Bastardierung, künstlich erzeugte Mutationsauslösung dürften Wege zur Erreichung des Ziels sein. Besonders für den Heilpflanzenanbau sind Standort, Saatzeit, Klima, Düngung, Bodenreaktion, Jahres- und Tageszeit der Ernte u. a. m. zu berücksichtigen, wobei die Frage noch ungeklärt ist, ob für die Entstehung sekundärer Stoffe innere oder äußere Faktoren maßgebend sind. Weiterhin müssen bei der Ernteaufbereitung Verluste an wertvollen Inhaltsstoffen, wie sie durch Trocknung, Art und Dauer der Lagerung, Zerkleinerungsgrad, Fermentation usw. eintreten können, vermieden werden. Ebenso ist es Aufgabe der Drogenverarbeitung, den Heilwert zu erhalten, zu steigern oder zweckmäßig zu verändern. Die „radikalste Stabilisierung“ des Heilwertes kann in vielen Fällen durch Isolierung des wirksamen Stoffes erzielt werden. Es war leider nur möglich, einen kleinen Einblick in den Inhalt des Buches zu geben, dessen Anschaffung nicht nur Pharmazeuten zu empfehlen ist.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Sorauer, Appel. Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. VI. Pflanzenschutz. Verhütung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten. Lieferung 1, S. 1—288. Verlag P. Parey 1937. Preis geh. RM. 16,20.

In dem nunmehr vorliegenden Teil des VI. Bandes des „Sorauer“ gibt Morstatt gleichsam die „innere“ Begründung für die Notwendigkeit, die Pflanzenkrankheiten prophylaktisch und kurativ zu bekämpfen.

Und da ist es nur natürlich, wenn die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes besonders heute in einer Zeit, wo das Letzte aus der heimischen Scholle herausgeholt werden muß, im Vordergrund der Betrachtung steht. Darüber hinaus aber haben alle Autoren: Morstatt, Braun, Thiem und Riehm viele rein wissenschaftliche Probleme aus dem Gesamtgebiet der Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten angeschnitten und erörtert, so daß dem Band über den Rahmen eines rein wirtschaftlich-sachlichen Nachschlagewerkes auch eine grundsätzliche Bedeutung als wissenschaftliches Standardwerk zukommt. Neu in ihrer Art sind wohl die Betrachtungen von Braun über die Pflanzenhygiene. Sie enthalten neben vielen Angaben aus der alten Literatur manche wertvolle Hinweise, oft praktische Erfahrungen der modernen Forschung, wobei allerdings gefordert wird „die Grenzen zwischen sicher ermittelten Tatsachen und allem noch zweifelhaften“ scharf zu bezeichnen und aus dem Beobachteten keine unberechtigten Schlüsse zu ziehen.

Auf die vielen Einzelheiten der Arbeiten näher einzugehen, verbietet der Raum dieser Besprechung. Sie lassen sich aber alle gewissermaßen unter einem Gesichtspunkt zusammenfassen: nämlich bei allen der menschlichen und tierischen Ernährung nützlichen Kulturpflanzen die Maßnahmen zu ergreifen, die geeignet sind, Schädigungen abzuwenden. Dazu ist zu einem nicht geringen Teil intensivste wissenschaftliche Forschungsarbeit notwendig, die insteter Fühlungnahme mit den Erfordernissen der landwirtschaftlichen, gärtnerischen, forstlichen und bäuerlichen Praxis die Grundlagen dafür zu ermitteln hat, was auf den einzelnen Gebieten des Pflanzenschutzes zum Wohle des Ganzen noch erarbeitet werden muß.

Kausche, Berlin-Dahlem.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

Krieger, Karl, Diplomlandwirt, Saatzuchtleiter der Terra A.-G. für Samenzucht, Aschersleben, Lindenstr. 39. (Durch Snell.)

Morgenroth, Dr. E., Oberassistent am Institut für Acker- und Pflanzenbau der Universität, Berlin-Dahlem, Albrecht-Thaer-Weg 5.

Müller, Horst, Diplomlandwirt, Berlin-Lichterfelde, Reichensteiner Weg 5. (Durch Stapp.)

Pflug, Dr. Hans, Berlin W 35, Lützowstr. 33/6. (Durch Snell.)

Rost, Dr. Hans, Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 19. (Durch Wollenweber.)

Zahn, Dr. Heinrich, Diplomlandwirt, Komm. Leiter der Bayr. Hauptstelle für Rebenzüchtung, Würzburg, Veitshöchheimer Str. 150. (Durch Braun.)

Zeiner, Dr. W., Saatzuchtleiter der Fa. Wilh. Rimpaus, Langenstein a. Harz. (Durch Sessous.)

Ergänzungen zum Mitgliederverzeichnis in Heft 6, Band XVIII.

Einzuschieben auf Seite 521:

Printz, Dr. H., Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule Ås (Norwegen).

Rathlef, Dr. H. von, Wissenschaftlicher Leiter der Zentralstelle für Rosenforschung des Vereins Deutscher Rosenfreunde in Sangerhausen.

Adressenänderung.

Mammen, Dr. G., Berlin-Tempelhof, Arnulfstr. 71.

Verstorbene Mitglieder.

Folgende Mitglieder wurden uns durch den Tod entrissen:

Prof. Dr. Weisse, Berlin-Steglitz, 25. 12. 1936.

Dr. Ziegler, Würzburg, März 1937.

E i n l a d u n g

**zur Teilnahme an der Tagung 1937 der Vereinigung für
angewandte Botanik.**

Die Tagung wird gemeinsam mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik Anfang Juli in Darmstadt stattfinden.

Ein vorläufiges Programm wurde bereits dem letzten Heft beigelegt. Inzwischen ist folgende Änderung getroffen worden, die für die Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik von besonderem Interesse ist:

Mittwoch, den 7. Juli vormittags:

Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik und wissenschaftliche Sitzung.

Nachmittags:

Fahrt über die Reichsautobahn nach Ludwigshafen (1 Std.) und weiter nach Limburgerhof zur Besichtigung des Versuchsgutes der I. G.-Farbenindustrie. Auf der Rückfahrt Abendessen in Seeheim a. Bergstraße.

Donnerstag, den 8. Juli vormittags:

Gemeinsame Sitzung mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Das endgültige, ausführliche Programm wird den Mitgliedern demnächst zugehen.

I. A.:

K. Snell, 1. Schriftführer.

Anatomische Beiträge zur Kenntnis der Degeneration und der Nekrose bei Kulturpflanzen in ihrer Bedeutung für die Landwirtschaft.

Von

Werner Lindenbein.

(Aus dem Institut für landwirtschaftliche Botanik der Universität Bonn.)

Mit 38 Textabbildungen.

„Noch mehr Wert erhält die Biologie, wenn wir sie in Beziehung auf Ökonomie und Heilkunde betrachten. Es gibt keine Kunst, die von jeher nach einer roheren Empirie getrieben wurde als die Landwirtschaft. Noch nie versuchte man es, ihren Regeln eine vernünftige Theorie unterzulegen und die edelste unter allen Beschäftigungen des Menschen auch dem Geiste und nicht bloß dem Herzen des Mannes von Bildung schätzbar zu machen. Der Gegenstand der Landwirtschaft aber ist die Erhaltung und Beförderung des vegetabilischen und animalischen Lebens. Die Biologie muß also die Grundzüge zu einer Theorie jener Kunst enthalten; bloß mit ihrer Hilfe können wir zu entdecken hoffen, was dem Landwirt zu wissen nottut und aus ihrer Erweiterung müssen dem Ackerbau und der Viehzucht die wichtigsten Vorteile zufließen.“

Historisch sind diese Worte des Treviranus (1802) heute von großem Interesse; enthalten sie doch eine gewisse Prophezeiung, deren Erfüllung das verflossene Jahrhundert durchaus gebracht hat. Nicht nur hat sich unter dem Einfluß der erstarkenden Naturwissenschaften eine wissenschaftliche Landwirtschaft entwickelt, sondern auch umgekehrt haben diese und hat besonders die Biologie gerade von seiten der Landwirtschaft bedeutende Anregungen und große Aufgaben erhalten.

Die biologische Methodik ist heute ein wichtiges Rüstzeug des wissenschaftlichen Landwirts und es ist nur eine praktische Forderung die Arbeitsteilung und Spezialisierung so durchzuführen,

daß man besondere Disziplinen, wie eine landwirtschaftliche Botanik heute kennt. Treviranus nannte den Gegenstand der Landwirtschaft geradezu Erhaltung und Förderung des Lebens. Tatsächlich ist dies die Aufgabe des Landwirts, ein Kampf dem Tode, nicht nur dem Tode des ganzen Individuums, sondern dem seiner Organe, seiner Gewebe, seiner Zellen. Darin besteht letzten Endes eine rationelle Pflanzenkultur, welche gesunde, ertragreiche, voll fertile Individuen zu erzielen und zu kultivieren strebt.

Hier setzt nun der Anatom an, der mit Hilfe seiner Methodik Entartungs- und Absterbeerscheinungen diagnostiziert, ihr Wesen erkennt, rückschließend das Leben verstehen lernt, dessen Bedingungen erschließt und praktische Konsequenzen zieht oder doch die Basis und Handhabe dazu bietet. So kann gerade das Studium degenerierender Zellen und Gewebe zur Beantwortung von Fragen führen, auf die Pflanzenbauer und -züchter immer wieder stoßen und sich stellen müssen: Was sehe ich von dieser für mich bedeutsamen Erscheinung unter dem Mikroskop, wie sehen in diesem oder jenem Fall die Zellen und Gewebe aus, zu welchen Rückschlüssen über ihr Wesen und Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung führt mich die anatomische Untersuchung.

Die Degeneration oder Entartung, also Abweichung vom Normalen, ist als Prozeß verstanden, ein physiologischer Vorgang. Im mikroskopischen Bild drückt sich dieser jedoch nicht als solcher aus, sondern es sind bestimmte Strukturen, Momentbilder dieses Prozesses, die der Anatom vor sich hat und als Degenerationserscheinung anspricht, da eben diese Strukturen von den in der Mehrzahl der Zellen beobachteten und daher als normal angesehen abweichen. Je nach dem Standpunkt der Untersucher haben daher die im Zusammenhang mit den Degenerationserscheinungen geprägten Begriffe entweder eine anatomische oder eine physiologische Begriffsbestimmung erfahren. Sehr häufig vermißt man allerdings eine klare Scheidung zwischen beiden, und oft ist man gezwungen einen physiologisch bestimmten Begriff auf das anatomische Bild in Anwendung zu bringen. In erster Linie ist hier der Begriff der Nekrose zu nennen, den wir mit Küster 1925 definieren als den Zelltod, das Aufhören der Lebenserscheinungen, dem stets eine Reihe von Degenerationsprozessen vorausgeht und dem meist eine weitere Reihe von Veränderungen folgt, postmortale Zerfalls- und Zersetzungserscheinungen. Auch die Begriffe Zyto-

und Histolyse sind verschiedentlich, so von Verworn, physiologisch bestimmt worden. Wir werden im Anschluß an Küster wirkliche, mikroskopisch erkennbare Lösungserscheinungen verstehen. Zytolyse bezeichnet uns allgemein Lösungsvorgänge an Teilen der Zelle, die, wenn auch die Membranen ergriffen werden, notwendig zur Histolyse führen. Unter Degeneration verstehen wir, zytologisch gesehen, jedes von der normalen Struktur abweichende Bild, ganz gleich, ob in der Zelle noch irgendwelche Vorgänge, sei es prä- oder postmortal, vor sich gehen. Diese Verwendung des Wortes Degeneration hat sich in der zytologischen Literatur bereits eingebürgert. Histologisch gesehen nennen wir ein Gewebe nur dann degeneriert, wenn es aus degenerierten Zellen besteht, nicht aber, wenn es in entwicklungsgeschichtlicher Beziehung ungewöhnliche Potenzen zeigt.

Eine besondere Schwierigkeit bietet der Begriff der Zytolyse. Küster will darunter nur die postmortale Verflüssigung der Zellbestandteile verstehen. Doch ist die Entscheidung darüber, ob in einem bestimmten Fall der Zelltod bereits eingetreten ist oder nicht, mit Hilfe zytomorphologischer Methodik nicht mit Sicherheit zu treffen. Selbst eine völlig homogene Schwärzung einer Tapetenzelle in einem Hämatoxylinpräparat ist noch kein sicherer Beweis einer Lösung nach erfolgtem Absterben, denn sie kann nach meinen Befunden im Laufe der weiteren Entwicklung wieder verschwinden und eine äußerlich gesunde Zelle in Erscheinung treten lassen. Die Anwendung des Begriffes Zytolyse wäre in einem solchen Falle abwegig. Andererseits möchte ich Fälle, bei denen zwar die Membranen Lösungserscheinungen zeigen, während gewisse andere Bestandteile der Zelle ein normales Bild zur Schau tragen, nicht vom Begriff der Zytolyse ausschließen. Es handelt sich dabei offenbar um Anfangsstadien der Zytolyse. Auch Küster hält etwas Derartiges für möglich. Er sagt (1935, S. 522): „Bei Vorgängen der Zytolyse und insbesondere am Anfang der zytolytischen Zerstörung werden sich vermutlich Protoplasten finden lassen, die den Untergang ihrer Membranen noch eine zeitlang überleben.“ Das ändert im übrigen nichts daran, daß „Zytolyse die Zerstörung des Lebens und aller vom Leben geschaffenen Strukturen, und zwar durch Agentien, die das Leben selbst hervorgebracht hat“, bedeutet. Die Entscheidung, ob in einem bestimmten Fall die Resorption der Zellwand ein Symptom beginnender Zytolyse ist, oder ob es sich dabei um vitale Vorgänge handelt, wird meist nicht leicht sein, zumal häufig, wie in den

Röntgendegenerationen, beide Erscheinungen, die der vitalen Zellfusion und der nekrotischen Wandauflösung, nebeneinander hergehen.

Degeneration und Nekrose im Zusammenhang mit dem Sterilitätsproblem.

Die zytologische Untersuchung der Sterilitätsursachen ist in neuerer Zeit ein wichtiger Zweig der angewandten Botanik geworden. Dabei spielen die verschiedenen Degenerationsercheinungen, die teils in den normalen Entwicklungsgang der Reproduktionsorgane gehören, teils zweifellos pathologischer Natur sind, eine wichtige Rolle. Denn ungewöhnliches Auftreten oder Ausbleiben jener, sowie Vorkommen dieser müssen auf die Entwicklung der Gonen oder Gameten von gleich tiefgreifender Wirkung sein.

Ein Gewebe, das im normalen Entwicklungslauf einer Anthere stets der Degeneration anheimfällt, lange ehe die übrigen Gewebe zugrunde gehen, ist das Tapetum. Diese Erscheinung wird unserem Verständnis durch eine ökologische Betrachtungsweise leicht nahe gebracht. Wir schließen nämlich aus dem eigentümlichen Verhalten von Kern und Plasma der Tapetenzellen auf eine besondere, und zwar ernährungsphysiologische Funktion dieser Zellen. Andererseits benutzt nun der Zytologe diese zunächst nur erschlossene Funktion der Tapetenzellen als Arbeitshypothese bei der Erklärung zytologischer Besonderheiten.

In meiner Untersuchung über die Pollenentwicklung der Süßkirschen (Lindenbein 1929) war ich bereits kurz auf die Degenerationsercheinungen der Tapetenzellen zu sprechen gekommen. Ich hatte damals den Beginn derselben in einer „ausgesprochenen Multinucleolie“ gesehen. Die Veränderungen, die an den Tapetenzellen fortschreitend beobachtet werden können sind kurz folgende: Zunächst erscheinen die Kerne mit einem oder mit zwei Kernkörperchen, später tritt dann eine große Anzahl auf und darauf folgt eine stärkere Färbbarkeit der ganzen Zelle, die ein Undeutlichwerden des Kernes zur Folge hat und schließlich besteht die Tapetenzelle aus einer mehr oder weniger einheitlich geschwärzten Masse, die noch in etwa die Form der ursprünglichen Zelle aufweisen oder auch amorph werden kann. Das ist in groben Zügen bei den meisten als Kulturpflanzen in Frage kommenden Dikotyledonen der Gang der Entwicklung (Bonnet 1912). Wann man aber von einer wirklichen Degeneration sprechen kann, ist nicht leicht zu entscheiden.

Nach unseren heutigen Anschauungen ist eine Häufung der Nucleolen allgemein als ein Zeichen regen Stoffwechsels anzusehen; das stimmt wenigstens gut mit der Tatsache überein, daß wir in all den Geweben, in denen wir aus ökologischen Gründen eine solche rege Tätigkeit postulieren, sehr häufig Multinucleolie gesehen wird, z. B. in Tapetenzellen, Antipoden, Endospermen, Gallen und bei *Mycorrhiza*-Symbiose. Man nimmt an, daß dieses Stadium den Höhepunkt der Entwicklung solcher Zellen darstellt, den Höhepunkt aktiver Tätigkeit und daß darauf die Degeneration und Resorption erfolgt und daß diese Zellen dann von einem anderen Gewebe, in unserem Falle dem Pollen, der sich auf Kosten der Tapetenzellen entwickelt, verzehrt werden. Wenn aber derartige Zusammenhänge bestehen, so ist es klar, daß ein ungewöhnliches Verhalten der Tapetenzellen den Schlüssel zum Verständnis unregelmäßiger Pollenentwicklung abgeben muß. So gewinnt das Studium der Tapetum-Degeneration eine praktische Bedeutung im Zusammenhang mit der Sterilitätsfrage.

Ich hatte mir in der erwähnten Arbeit bereits darüber klar zu werden gesucht, ob ein bestimmtes Stadium in der Pollenentwicklung normalerweise parallel geht mit einer bestimmten Phase der Tapetum-Degeneration. „Nach langen Untersuchungen und Zählungen kam ich zu dem Schluß, daß eine deutliche Beziehung zwischen der Degeneration der Tapetenzellen und dem jeweiligen Entwicklungsstadium der P.M.Z. nicht besteht“ (Lindenbein 1929, S. 152). Jaretzky (1927) konnte für *Rumex flexuosus* gewisse Beziehungen aufdecken, indem bei seinem Objekt die Degeneration des sporogenen Komplexes erfolgte, wenn die Nährstoffquelle der Tapetenzellen erschöpft war, so daß die Weiterentwicklung einiger Pollenkörner offenbar auf Kosten anderer geschah. Da die Kenntnis des Verlaufes von Tapetenzellen- und Pollendegeneration daher nicht ohne Bedeutung für unser Wissen um die Sterilitätsursachen so mancher Kulturpflanzen sein konnte, wurden im Laufe der letzten Jahre an Pflanzen verschiedener systematischer Stellung erneute Beobachtungen hierüber angestellt.

Zunächst prüfte ich meine Befunde, die ich bei *Prunus arium* erhalten hatte, bei anderem Material derselben Spezies nach. Um von zufälligen Witterungseinflüssen und etwaigen Sorteneigentümlichkeiten unabhängig zu sein, wurde ein und derselbe Baum mehrere Jahre hindurch untersucht, ohne daß sich Verschiedenheiten, die

vielleicht auf den betreffenden Jahrgang hätten zurückgeführt werden können, zeigten.

Im großen und ganzen bestätigten diese Untersuchungen meine früher veröffentlichten Ergebnisse. Doch ist ergänzend hinzuzufügen, daß auch bei der Süßkirsche mit fortschreitender Pollenentwicklung auch die Degenerationserscheinungen in großen Zügen wenigstens Schritt halten. Die häufigen Ausnahmen müssen uns im Zusammenhang mit der Pollendegeneration besonders interessieren. Da wurden mir einige Präparate wichtig, in denen mehrere nebeneinanderliegende Fächer an sämtlichen Pollenmutterzellen das Tetradenstadium zeigten. Während aber bei den einen das Tapetum schon weitgehend der Degeneration anheimgefallen war, erschien es bei den andern noch vollkommen gesund. In ersteren aber waren die Tetraden größtenteils gesund, in letzteren aber alle ohne Ausnahme chromatolytisch degeneriert. Das umgekehrte Verhältnis, daß also bei degeneriertem Tapetum auch die Tetraden durchweg gestört wären, bei noch nicht degeneriertem Tapetum aber sich normal verhielten, wurde nicht gefunden. An einem ursächlichen Zusammenhang zwischen dem Verhalten des Tapetums und dem der Tetraden wird danach kaum zu zweifeln sein.

Zur weiteren Vergleichung wurde das Studium der Degenerationserscheinungen in der Anthere auf die Kartoffel ausgedehnt, bei welcher Sterilität sehr häufig und deren Kenntnis für die Züchtung von großer praktischer Bedeutung ist. Zytologisch sind die Sterilitätsursachen bei der Kartoffel an sehr vielen Sorten häufig und eingehend untersucht. Eine Zusammenstellung der Literatur und der wichtigsten Untersuchungsergebnisse findet man bei Bleier (1933), eine Darstellung des Antherentapetums bei Solanaceen verdanken wir Maseré (1921). Degeneration der P.M.Z. kann nach dem übereinstimmenden Zeugnis aller Untersucher auf sämtlichen Stadien eintreten. Nach Bleier (1931) äußert sich die Degeneration in einer Änderung des Zytoplasmas, im Zerfall der Chromosomen und Auftreten von Spalten in den Zellen. Alle Beobachtungen scheinen ihm darauf hinzuweisen, daß die zytologischen Degenerationserscheinungen und das Abstoßen von Knospen, Blüten und Beeren auf die gleiche Ursache zurückzuführen sind. Welcher Art diese Ursache sei, stehe nicht fest, doch scheint Bleier alles dafür zu sprechen, daß wir es mit einer physiologischen Erscheinung zu tun haben und nicht mit Zuständen der Kerne selbst, wodurch ihre

Teilungsmechanik gestört würde. Die eingehendere Begründung dieser Anschauung lese man bei Bleier nach.

Mir lagen zur Untersuchung die Sorten Prof. Wohltmann, Fürstenkrone und Hindenburg vor. Unterschiede, die Degenerationserscheinungen bei P.M.Z. und Tapetum betreffend, beziehen sich höchstens auf die Häufigkeit ihres Auftretens, sind aber nicht qualitativer Natur.

Im allgemeinen sind in jungen Antheren bis zu den Prophasestadien der P.M.Z. Degenerationserscheinungen weder bei diesen noch bei den Tapetenzellen zu beobachten. Zwar kann auf diesem frühen Stadium bereits das Tapetum gewisse Störungen zeigen, doch möchte ich sie in diesem Fall für durchaus krankhaft und in gar keiner Beziehung stehend zu der in späteren Stadien erfolgenden normalen Resorption der Tapetenzellen halten. Vielmehr ist das Zugrundegehen des Tapetums auf diesem frühen Stadium als eine auf Ernährungsschwierigkeiten zurückzuführende Nekrose zu betrachten, welcher auch alle anderen Gewebe der Anthere, ja der ganzen Blüte anheimfallen können. Allerdings scheinen die Tapetenzellen infolge ihrer eigentümlichen Struktur und Funktion besonders anfällig. Diese Deutung ergibt sich aus den folgenden Beobachtungen in Verbindung mit Anschauungen, die wir über bestimmte nekrotische Erscheinungen an anderen Gewebearten gewonnen haben und auf die weiter unten näher einzugehen sein wird.

Zunächst betrachten wir ein sehr frühes Stadium der Pollenentwicklung, auf welchem die erste Differenzierung in sporogenen Komplex und Wandschichten durchgeführt wird und sich noch Mitosen der Archesporzellen finden. Hier setzt bereits ganz lokal in einigen Antheren eine Degeneration ein, welche zunächst den Kern und dann auch das Cytoplasma ergreift und sich auf einzelne Zellen des Konnektivs, der Wandschichten und vor allem auch auf die Tapetenzellen erstreckt. Der Beginn macht sich durch eine starke Vergrößerung des Nucleolus und durch ein vollkommenes Fehlen des ungefärbten Hofes bemerkbar. Wenn dieser, wie man heute allgemein annimmt, ein durch die Fixierung bedingtes Artefact ist, so ist jedenfalls der degenerierende Kern sofort daran zu erkennen, daß der Nucleolus auf die Fixierung nicht mit einer Kontraktion reagiert. Gleichzeitig muß man schließen, daß der Hof tatsächlich durch Kontraktion des Nucleolus entsteht und nicht durch Zurückweichen des Kerngerüsts; denn bei den degenerie-

renden Kernen ist der Nucleolus genau so groß wie bei den gesunden Kernen der Nucleolus mit dem ihn umgebenden Hof. Man kann also bei der angewandten Alkohol-Eisessig-Fixierung die anomalen Kerne am Fehlen des Hofes erkennen. Fast gleichzeitig treten aber auch im Plasma der betroffenen Zelle schwarze Stäbchen und Körperchen auf, die Schwärzung breitet sich weiter über die ganze Zelle aus, doch ist der Nucleolus noch lange zu erkennen. Schließlich werden auch die Zellwände von der Degeneration ergriffen und ganze Gewebepartien lösen sich auf. Karyolyse, Zytolyse und Histolyse folgen so aufeinander (Abb. 1 u. 2).

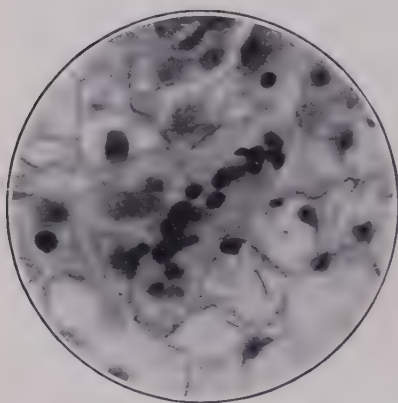


Abb. 1. *Solanum tuberosum*.
Zellzerstörung und Anhäufung pyknotischer Kerne im Konnektivgewebe einer erkrankten Anthere.
Vergr. ca. 900.

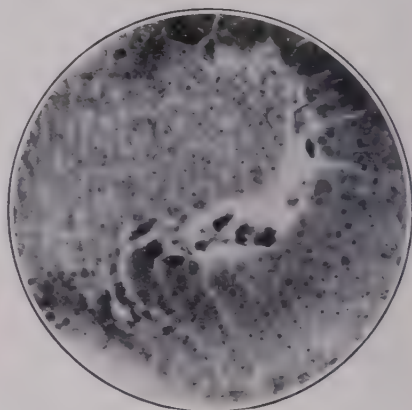


Abb. 2. *Solanum tuberosum*.
Zytolytische Zerstörung der späteren Tapetenschicht auf dem Archespors stadium. Vergr. ca. 400.

Ein derartiges lokales Auftreten nekrotischer Zellgruppen macht sich bald mehr und mehr bemerkbar, in den übrigen Teilen der Anthere, besonders in der Leitbündelscheide im Konnektiv, in der Fruchtknotenwand und anderen Teilen des Gynäceums, in den Blütenblättern und vor allem in den randlichen Partien der Kelchblätter. Am stärksten aber sind die Pollenfächer selbst affiziert und stellenweise verfällt auch auf diesem jungen Stadium bereits das Tapetum der Nekrose (Abb. 3). Dennoch sind die Pollenfächer, speziell die Wandschichten, bei denen sich die Generation am ehesten zeigt, nicht als die eigentlichen Entstehungsherde derselben anzusehen. Denn über die ganze Blüte macht sich bald, zunächst

nur durch Pyknose der Kerne, die Degeneration bemerkbar. Kein Organ einer so erkrankten Blüte ist frei von wenigstens einigen nekrotischen Zellgruppen. Im weiteren Verlauf des Prozesses reagieren die einzelnen Gewebearten etwas verschieden. So macht sich in den parenchymatischen Geweben der Anthere, der Blüten- und Kelchblätter, in der Leitbündelscheide des Konnektivs oft eine bräunliche Färbung bemerkbar, wie wir sie weiter unten auch für nekrotische Zellkomplexe im Parenchym der Laubblätter wiederfinden werden, in den Pollenfächern und auch Samenanlagen dagegen erscheinen die nekrotischen Gruppen (bei der hier stets angewandten Häma-

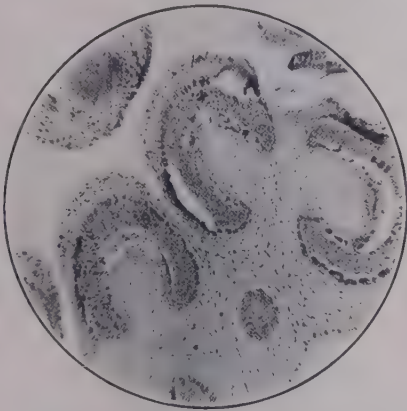


Abb. 3. *Solanum tuberosum*.
Vorzeitige Degeneration des Tapetums
und Kontraktion der sporogenen
Zellen. Vergr. ca. 200.

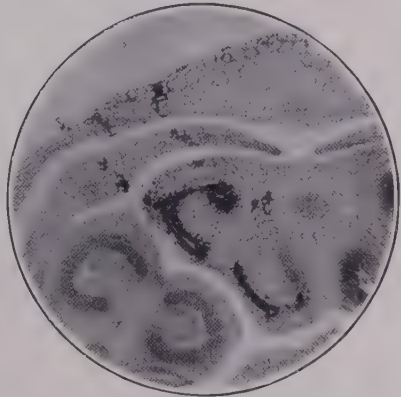


Abb. 4. *Solanum tuberosum*.
Nekrose zweier Pollenfächer und Über-
gang derselben auf angrenzende Par-
tien von Kelch- und Kronblatt.
Vergr. ca. 100.

toxylinfärbung) tief blauschwarz. Mitunter scheint sich die Nekrose von den auf frühen Stadien zugrunde gegangenen Pollenfächern aus durch direkte Übertragung bei Berührung in der Knospenlage auf andere Gewebe mitzuteilen. Wenigstens wollen mir Bilder wie das in Abb. 4 wiedergegebene dafür sprechen. Hier ziehen sich zwei deutliche, offenbar zusammenhängende Nekrostreifen von dem erkrankten Pollenfach über die Antherenwandung und das Kronblatt zum Kelchblatt der Blüte. Nicht ausgeschlossen, aber wenig wahrscheinlich scheint mir eine andere Deutung zu sein, daß nämlich der schädigende Einfluß, evtl. Bakterien, von außen durch die Blütenhüllen durchdrangen und im Antherenfach die Destruktion

hervorriefen. Es mag an dieser Stelle wenigstens die Möglichkeit erwähnt sein, daß sich die eine oder andere beobachtete Desorganisation junger Blüten Teile als Bakteriosen o. ä. entpuppen könnte.

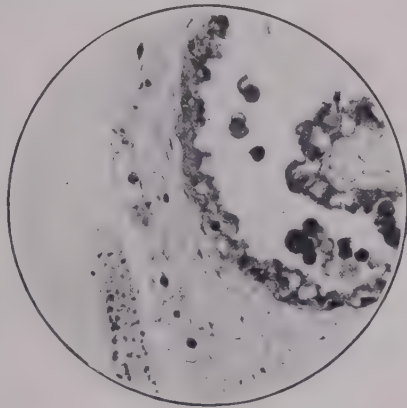
Wo die Degeneration nicht so früh eingesetzt hat oder nur auf wenige Pollenfächer oder Antheren beschränkt blieb (Abb. 7), treten die P.M.Z. in die Reduktionsteilung ein. Auch die Tapetenzellen entwickeln sich weiter, ihre Kerne teilen sich und zur Zeit der Prophase befinden sie sich auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung, ihrer „Reizung“, was sich durch die Häufung und die Form der Nucleolen anzeigt, wie das auch z. B. von Antipodenkernen bekannt ist. Und nun tritt auch zuweilen schon die normale Degeneration der Kerne und Tapetenzellen ein, karyolytische Bilder, die aber nun, ich möchte sagen, programmäßig aus den Höhepunktsbildern hervorgehen. Darin unterscheidet sich diese normale Degeneration der Tapetenzellen wesentlich von krankhaften verfrühten, bei welchen die Kerne der Tapetenzellen nie den Höhepunkt ihrer Entwicklung (vgl. Tischler 1934, S. 250f.) erreichen.

In solchen Blüten, Antheren oder Pollenfächern ist es den P.M.Z. möglich, in das Tetradenstadium einzutreten und sich auch zu fertigem Pollen zu entwickeln, der aber nun schließlich noch fast restlos der Degeneration anheimfällt. Denn die Degeneration der ganzen Blüte ist inzwischen weiter fortgeschritten. Je nachdem, wann sie einsetzte, hat sie zur Zeit der Pollenentwicklung einen verschiedenen Grad erreicht. Zum mindesten sind die Kerne fast aller Zellen in Degeneration. In manchen Blüten gelang es mir nur noch im Parenchym des Konnektivs einige gesunde Kerne zu entdecken, sonst zeigte sich in allen Zellen der Kelchblätter, Blütenblätter, Antheren, vor allen Dingen auch Griffel und Fruchtknotenwandung überall das gleiche Bild der Kerndegeneration. Die Tapetenzellen sind nicht geschwunden, sondern hochgradig desorganisiert, völlig entfärbt, kernlos und teilweise in Auflösung begriffen. Es ist ganz klar, daß der Pollen seine Entwicklung nicht vollenden kann und daß diese Blüten vorzeitig abgestoßen werden (Abb. 5).

Im einzelnen kann nun die „normale“ Degeneration des Tapetums recht verschieden verlaufen. Besonders steht auch bei der Kartoffel der Zeitpunkt durchaus nicht fest. Man kann bis in das Tetradenstadium noch gesunde, funktionierende Tapetenzellen sehen mit erhöhter Nucleolenzahl. Bei der sehr späten Tapetumdegeneration, niemals dagegen bei der in mittleren Stadien einsetzenden oder

gar der verfrühten wurden auch typisch pyknotische Kerne gesehen. Diese gerade in Tapetenzellen seltener beobachtete Form der Kerndegeneration wurde zwar von Bonnet gesehen, aber Mascré betont ausdrücklich die Seltenheit ihres Vorkommens. Das stimmt mit meinen Beobachtungen gut überein, denn in den normalen Entwicklungsgang der Tapetenzellen gehört sie bestimmt nicht hinein. Die Veränderung dagegen, die ganz allgemein mit den Kernen der Zellen in vegetativen Geweben, besonders Blütenblätter, Fruchtknotenwand usw. vorgehen, wird man am besten als pyknotisch

Abb. 5. *Solanum tuberosum*.
Degenerierte Pollenkörner
und Reste des Tapetums,
Plasmaschwund und pyk-
notische Kerne in Antheren-
wand und Kronblatt.
Vergr. 200.



bezeichnen. Allerdings ist mehr die homogene Schwarzfärbung charakteristisch als eine Kontraktion. Die einzelnen Gewebepartien verhalten sich hierin verschieden. Im Parenchym ist eine Pyknose mit Kontraktion allgemein, in epidermalen Geweben dagegen erscheinen die Kerne eher verquollen, homogen schwarz und von nicht mehr regelmäßigem Umriß. Besonders in Blütenblättern erscheinen die Kerne auch karyorhektisch degeneriert, doch ist, worauf Tischler hinweist, in nicht ganz typischen Fällen eine klare Scheide zwischen Pyknose und Karyorhexis nicht leicht zu ziehen.

Was im übrigen das Aussehen der degenerierenden Parenchymzellen angeht, so erscheint es nicht unwichtig, in diesem Zusammenhang kurz darauf einzugehen, da wir weiter unten von Parenchymzellen sprechen werden, von deren Zugrundegehen wir die Ursache bis zu einem gewissen Grade kennen und es uns möglich ist, durch Vergleichung auch hier über die Ursachen wenigstens begründete Vermutungen auszusprechen.

Die Abb. 6 zeigt eine Gruppe parenchymatischer Zellen aus dem Konnektiv einer erkrankten Kartoffelblüte. Der Beginn der Nekrose macht sich durch Pyknose der chromatinarmen Kerne bemerkbar. In den abgestorbenen Zellen ist der nahezu homogen gefärbte Inhalt an einer Stelle zusammengeballt. Die Membranen dieser Zellen erscheinen ebenfalls bereits affiziert, da sie stellenweise eine starke Färbbarkeit erhalten, die sich unregelmäßig nach innen zu fortsetzt. Es kann sich dabei den Bildern nach nicht um Reste des protoplasmatischen Wandbelags handeln, vielmehr nur um Lösungserscheinungen der Wand selbst und um Stoffaustritt in das Innere der Zelle.

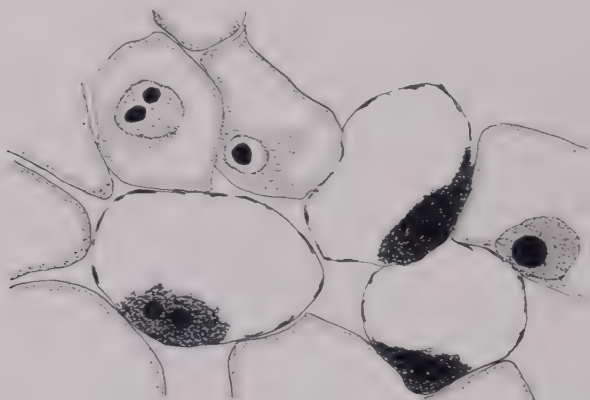


Abb. 6. *Solanum tuberosum*. Nekrosegroupe aus dem Konnektiv. Vergr. ca. 600.

Es scheinen auch stellenweise Kontraktionen der ganzen Zellen einzutreten, wenigstens finden sich bei den gesunden Gewebepartien nicht die auf dem Bilde zu erkennenden interzellularen Räume. In älteren Blüten sind ganz ähnliche Bilder zu beobachten, aber mit dem Unterschied, daß sich die Nekrose auf sämtliche Zellen und Gewebe ausgedehnt hat. Sehr ähnlichen Bildern werden wir auch in anderen pflanzlichen Parenchymen begegnen, wo wir sie mit großer Wahrscheinlichkeit auf bestimmte Stoffwechselstörungen werden zurückführen können.

Auf eine andere Form der Nekrose machten wir bereits oben bei Gelegenheit der Degenerationerscheinungen auf sehr frühen Stadien der Pollenentwicklung aufmerksam, nämlich auf die der Karyolyse nachfolgende Zyto- und Histolyse. Bei den Tapetenzellen gehört die Zytolyse zwar in den normalen Gang der Entwicklung,

jedoch auf sehr viel späteren Stadien, wie wir bereits des öfteren konstatierten. Aber auch die parenchymatischen Gewebe einer jungen Blütenknospe können, wie bereits erwähnt, eine histolytische Nekrose zeigen, die meist mit Braunfärbung der gelösten Massen und Zellenreste verbunden ist. Dabei treten als Anfangsstadien keine Bilder auf, welche an Plasmolyse erinnerten, vielmehr scheint sich der Zellinhalt als ziemlich feste Schicht rings um die Zellwand anzulegen, so daß ein Bild erhalten wird, das wir unten noch unter dem Namen der Sorauerschen Gußform näher zu behandeln haben. Diese Bilder erscheinen ganz lokal in gesundes Gewebe

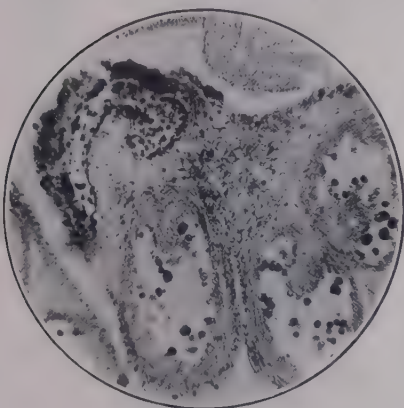


Abb. 7. *Solanum tuberosum*.

Frühzeitig zugrunde gegangenes Pollenfach und späte Degeneration in den anderen Fächern der Anthere.
Vergr. ca. 100.

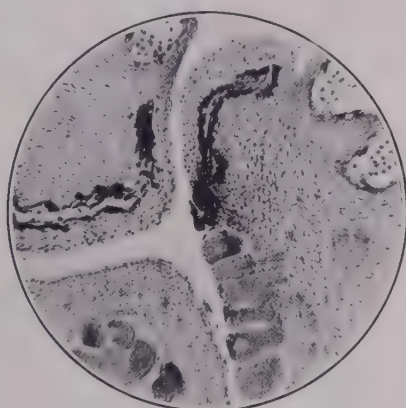


Abb. 8. *Solanum tuberosum*.

Anthere mit Samenanlagen, nekrotischen und gesunden Pollenfächern, links unten Teil des Fruchtknotens.
Vergr. ca. 100.

eingestreut. Ob das Stadium genetisch mit der zu beobachtenden Histolyse in Beziehung steht, ist nicht klar zu entscheiden, doch tritt es mit jener zusammen in denselben Präparaten auf. Wahrscheinlich handelt es sich um eine typische Alterserscheinung.

Starke Degeneration verbunden mit Zerstörungen einzelner Gewebepartien tritt in der Kartoffelblüte besonders auch im Zusammenhang mit gewissen teratologischen Erscheinungen auf. Diese sind nicht selten, doch können sie im Rahmen der gegenwärtigen Untersuchung nicht eingehender beschrieben werden. Nur die Degenerationserscheinungen sollen hier interessieren. So zeigt sich in einer etwas verbildeten überzähligen Anthere neben starker

Obliteration der Wandschichten der Pollenfächer im Gewebe des Konnektivs eine Gruppe nekrotischer Zellen, die durch Wandauflösung und Fusion ihre Individualität verloren haben und mit einer großen Zahl chromatischer Kernbruchstücke versehen sind. Das erinnert in mancher Beziehung an Bilder, die als Phytokarzinome beschrieben wurden, auf die wir unten zu sprechen kommen werden.

Eine andere Blüte zeigt uns die merkwürdige Erscheinung, daß zwei Antheren an der Innenseite an Stelle von Pollensäcken eine Reihe von Samenanlagen entwickelten. Im Zusammenhang mit dieser Mißbildung treten in diesen und einer benachbarten Anthere recht kräftige Nekrosen auf, die sich besonders auf einige Pollenfächer und Antherenwandungen beschränken, während die staminären Samenanlagen wie auch einige neugebildete Pollenfächer, die sich noch im Archesporstadium befinden — die ursprünglichen loculi und die der gegenüberliegenden Antheren zeigen alle bereits homöotypische Teilungen oder Restitutionskerne — vollkommen gesund erscheinen. Im einzelnen bieten die degenerierenden Zellen und Gewebe die gleichen Erscheinungen, wie wir sie oben für die Pollenfächer der kranken Kartoffelblüte schilderten, wenn die Degeneration auf sehr jungem Stadium einsetzt und zur vollständigen Zerstörung der betroffenen Gewebe führt (Abb. 8).

Als weiteres Beispiel aus der Familie der Solanaceen dient uns die diploide *Petunia*, welche in Gewächshauskulturen voll fertil zu sein pflegt. Die Übereinstimmungen in Bau und Verhalten der Tapetenzellen zwischen *Solanum* und *Petunia* sind recht groß, auch in bezug auf gewisse Degenerationserscheinungen. Besonders interessiert bei der Frage nach dem Zusammenhang zwischen Tapetumdegeneration und Pollensterilität der Zeitpunkt der beginnenden Entartung. Auch bei *Petunia* kann dieser selbst innerhalb ein und derselben Anthere ganz beträchtlich schwanken, wie wir es bereits für *Prunus* und *Solanum* feststellen konnten. Das Archesporstadium weist in meinen Präparaten niemals irgendwelche Desorganisation auf. Dagegen erscheinen bereits während der Prophase der P.M.Z. in manchen Blüten alle Tapetenzellen geschwärzt und bilden im Querschnitt keine lückenlose Schicht mehr. Die meisten Zellen dürfen jedoch nach unseren Erfahrungen auch hier nicht als degeneriert angesehen werden, zeigen vielmehr die Eigentümlichkeiten, wie sie für Zellen in Geweben bestimmter physiologischer Funktionen charakteristisch sind (vgl. Bonnet, Maseré, Tischler). Dagegen finden sich immer auf diesem Stadium bereits

Gruppen von Tapetenzellen, die sich auch u. U. über den ganzen Querschnitt eines Pollenfaches erstrecken können, welche fraglos bereits dieses Stadium überschritten haben, so einer Degeneration anheimfallen, die nach unseren Erfahrungen als normal, wenn auch als etwas verfrüht angesehen werden muß.

Verspätete Degeneration des Tapetums kann bei *Petunia* in selteneren Fällen auch beobachtet werden. Die Zellen bleiben bis ins Tetradenstadium hinein intakt, zeigen jetzt aber häufig vier Kerne, deren relative Lage an die von Tetradenkernen erinnert (Abb. 9). In solchen Fällen sind dann die Tetraden selbst deutlich

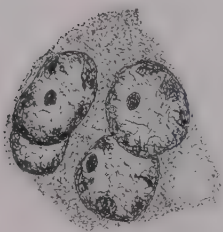


Abb. 9. *Petunia*.
Tapetenzelle
mit 4 Kernen.
Vergr. ca. 1500.

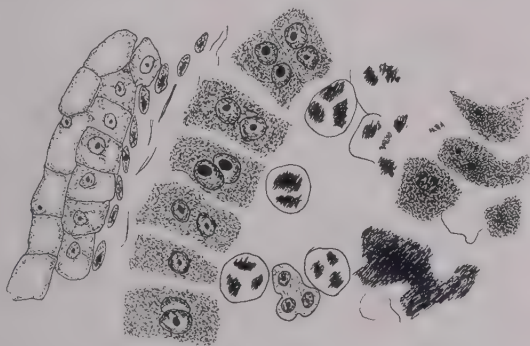


Abb. 10. *Petunia*. Degeneration des Tapetums am
Konnektiv und der Tetraden. Vergr. ca. 500.

obliteriert (Abb. 10). Doch tritt diese Degeneration im sporogenen Komplex nur sehr vereinzelt auf, so daß bei der diploiden *Petunia* von Pollensterilität in nennenswerten Umfang nicht gesprochen werden kann.

Degenerationserscheinungen, welche in den Kartoffelblüten mit Abortieren des Pollens zusammen vorkommen, in den *Petunia*-Blüten, welche gesunden Pollen zeigen, aber fehlen, sind kurz zusammengefaßt folgende: Nekrose der parenchymatischen Gewebe in Kelch, Krone, Filamenten, Griffel und Fruchtknoten; frühzeitige vollständige Degeneration der Tapetenschicht; vollständige Nekrose ganzer Pollenfächer.

Bei der Kartoffelblüte erschien uns die Nekrose durch Ernährungsstörungen erklärt werden zu müssen, ohne daß die Annahme eines spezifischen Störungstoffes (Bleier 1931) nötig würde. Darin, daß wir die auf den verschiedenen Stadien der Entwicklung ein-

setzenden Pollendegeneration als eine unmittelbare Folge der Gesamtnekrose der Blüte halten, stimmen wir mit Bleier überein.

Eine weitere Frage ist nun, worin diese zur Erklärung der Nekrose angenommenen Stoffwechsel- oder Ernährungsstörungen ihren Grund haben mögen. Jaretzky (1928) möchte bei *Rumex fleinosus* den vielleicht auf Mutation beruhenden Übergang von der Zwitterigkeit zur Eingeschlechtigkeit dafür verantwortlich machen. Rein morphologisch betrachtet sind die von ihm beschriebenen Degenerationserscheinungen den an unseren Objekten beobachteten sehr ähnlich. Die von ihm in den Abb. 14—16 wiedergegebenen Bilder konnten wir ganz entsprechend nicht nur in den Antheren, sondern auch in den übrigen Teilen der Kartoffelblüte erkennen. Jedoch werden wir im weiteren Verlauf unserer Untersuchung die verschiedentlich gemachte Erfahrung bestätigt finden, daß der Verlauf einer Gewebedegeneration und die dabei in die Erscheinung tretenden Besonderheiten im großen und ganzen stets sehr ähnlich sind, welche Ursache auch immer dem Zelltod zugrunde liegen möge. In bestimmten Fällen werden wir aber doch auf spezifische Unterschiede stoßen, denen unzweifelhaft ein gewisser diagnostischer Wert zukommt. Um speziell für die Antherendegeneration spezifische Unterschiede in der Erscheinungsform aufzudecken, wurde die Untersuchung auch auf solche Pflanzen ausgedehnt, bei denen der Übergang von der Zwitterigkeit zu Eingeschlechtigkeit vorliegt und die Antherendegeneration also mit dieser Erscheinung in Zusammenhang gebracht werden kann. Als Objekte dienten die Mohrrübe und die als Salatkraut in Küchengärten häufig gebaute Pimpernelle, *Sanguisorba minor*.

Sanguisorba (Poterium) minor ist bekannt durch seine eigenartigen Blütenverhältnisse. Die unteren Blüten des kopfigen bis walzlichen Blütenstandes sind gewöhnlich männlich, die an langen fadenförmigen Filamenten weit aus der Blüte heraushängenden großen gelben Pollensäcke überlassen bei der Reife eine Überfülle von rundlichen, glatten Pollen dem Wind. Die mittlere Region des Blütenstandes trägt meist zwitterige Blüten, mehr und mehr überwiegt das weibliche Element und an der Spitze sitzen für gewöhnlich rein weibliche Blüten, die ihre roten, sprengwedelförmigen Narben bald nach dem Öffnen der männlichen Blüten hervorstrecken. Sowohl die Wildformen als auch die etwas wüchsigeren, in den Samenhandlungen erhältlichen kultivierten Formen setzen bei uns den ganzen Sommer hindurch sehr reichlich Samen an.

Die Pollenentwicklung bietet in den männlichen Blüten wenig Besonderes. Die Chromosomen sind ziemlich klein und oft nicht leicht zu zählen, da das Plasma der Pollenmutterzellen wie auch das der Tapetenzellen sich sehr leicht schwärzt, so daß man gezwungen ist, die Präparate vor dem Färben mit Terpentinöl zu behandeln, um klare Bilder zu bekommen. Die Chromosomenzahl ist 14 haploid. Die Grundzahl 7 ist durch die ganze Unterfamilie der Rosoideen hindurch allgemein verbreitet, bei den Gattungen *Rubus*, *Potentilla* und *Rosa* wohl ausnahmslos. Speziell für die Tribus der Sanguisorbeen sind mir keine Chromosomenzahlen bekannt geworden, außer denen, welche Strasburger vor einem Menschenalter (1904) für mehrere *Alchemilla*-Arten zu 32 haploid angab. *Sanguisorba* fügt sich somit nach meiner Zählung zwanglos in die Unterfamilie der Rosoideen. Aus hetero- und homöotypen Metaphasen konnten einwandfreie Resultate erzielt werden (Abb. 11).

Die Tapetenzellen, ringsum gleichgestaltet, sind bis in das Tetradenstadium hinein einkernig, und erst kurz vor ihrer Degeneration werden sie zweikernig. Diese tritt gegen Ende des Tetradenstadiums oder noch später in Erscheinung; ihr Verlauf zeigt keine Besonderheiten.

In den zwittrigen Blüten tritt nun Degeneration in den Antheren ein, die sofort von dem normalen Verlauf, wie er in den rein männlichen Blüten zu beobachten ist, abweicht. Es lassen sich 3 Haupttypen der Degeneration unterscheiden, auf die sich die verschiedenen Erscheinungsformen zurückführen lassen. Der erste Typ besteht darin, daß auf sehr frühem Stadium die Entwicklung einer ganzen Anthere oder auch nur eines oder zweier Fächer stehen bleibt. Im Archesporstadium selbst ist davon noch nichts zu bemerken. Wenn aber die P.M.Z. der gesund gebliebenen Fächer in die Reduktionsteilung eintreten, macht sich in den im Wachstum stark zurückgebliebenen Fächern sehr rasch fortschreitende Zytolyse des nicht in Tapetenschicht und sporogenen Komplex geschiedenen Inhaltes

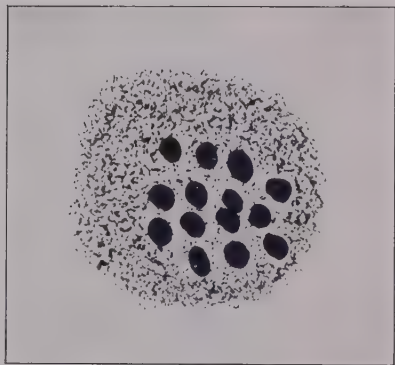


Abb. 11. *Sanguisorba minor*. Metaphase der heterotypen Teilung. Vergr. ca. 2000.

dieser Pollenfächer bemerkbar. Die Zerstörung des ganzen Gewebes geht so rasch vor sich, daß bereits während des Tetradenstadiums der gesunden Fächer nur noch stark gefärbte Reste als amorphe Massen das Pollenfach teilweise erfüllen oder auch nur den Wänden ringsum angelagert sind. Manche Querschnitte können dabei völlig frei von jeglichem Inhalt sein, und anscheinend durch Resorption des gelösten Zellmaterials werden die betroffenen Pollenfächer schließlich leer. Wird eine ganze Anthere nekrotisch, so beschränkt sich die Nekrose nicht allein auf den Inhalt der Pollenfächer, sondern ergreift auch die übrigen Gewebe, doch kommt es hier nur zu einer Desorganisation und Resorption des Inhaltes der einzelnen Zellen, während die Membranen erhalten bleiben (Abb. 12).

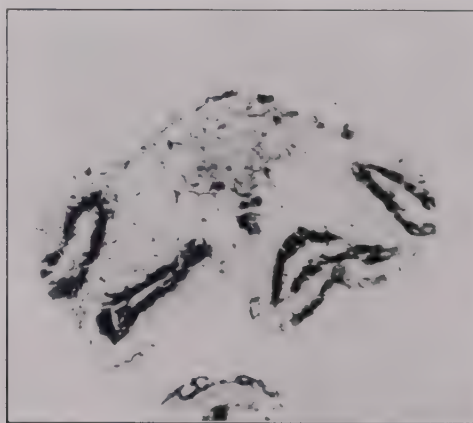


Abb. 12. *Sanguisorba minor*. Nekrose in einer frühzeitig degenerierten Anthere. Vergr. ca. 200.

Dieser Typ der Degeneration, bei dem also ganze Antheren oder auch nur einzelne Pollenfächer nekrotisch werden, ist nicht häufig und auf die mehr terminal sitzenden Blüten beschränkt. Sehr viel verbreiteter, in manchen Blüten sogar durchweg zu beobachten, ist die Degeneration der Tetraden. Diese geht in zweierlei Weise vor sich. Entweder ist die überall häufige und bei Jaretzky abgebildete Form der Desorganisation verwirklicht, bei der auf ein Pyknotischwerden des Kernes eines oder mehrerer Tetradenkerne eine homogene Schwärzung der Zellinhalte folgt. Auf diese Art bin ich gelegentlich meiner vorerwähnten Veröffentlichung über die Sterilitätsursachen bei der Süßkirsche zu sprechen gekommen, und

man findet dort auch eine ausführliche Zählung über die Häufigkeit, sowie eine Diskussion über die Bedeutung der Tetradendegeneration für das Problem der Pollensterilität. Bei welchem Objekt auch immer ich diese Art der Tetradendegeneration studiert habe, niemals konnte ich einen Zerfall der erkrankten Tetraden in die vier Komponenten beobachten.

Darin unterscheidet sich eine nunmehr zu besprechende für *Sanguisorba* typische Form der Degeneration, die auf dem Tetradenstadium beginnt und sich am jungen Pollenkorn vollendet. Die so erkrankten Tetraden fallen sofort durch schwache Färbbarkeit und starke Schrumpfung auf, so daß der Zellinhalt zusammengezogen erscheint und die Membranen, sowohl die gemeinsame der alten

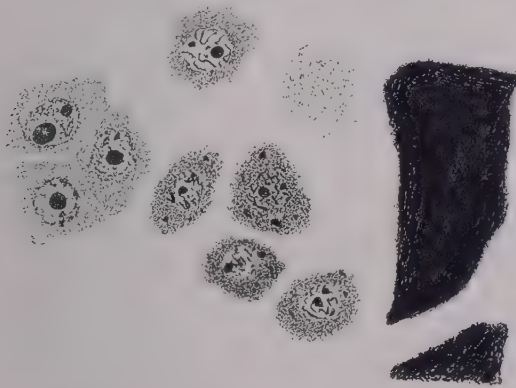


Abb. 13. *Sanguisorba minor*. Verschiedene Stadien der Tetradendegeneration und nekrotische Tapetenzellen. Vergr. ca. 700.

Mutterzelle, als auch die der jungen Pollenkörner, freiliegend zu erkennen sind. Diese so isoliert liegenden Zellwände scheinen sehr schnell aufgelöst zu werden, denn oft noch in der gleichen Anthere findet man Tetraden, bei denen weder von der alten Membran, noch von denen der jungen Pollenkörner etwas zu erkennen ist. Der Tetradenverband löst sich und die Kerne der nackten Zellen beginnen sofort chromatolytisch zu degenerieren. Die Nucleolen zerfallen, das Chromatingerüst löst sich in einzelne Partikel auf, die Kernwand schwindet und der anfangs deutliche Kern wird mehr und mehr verschwommen, während chromatische Körper im Plasma erscheinen. Die Färbbarkeit verliert sich schließlich immer mehr und mehr, so daß das Endstadium der Karyolyse, vollständige

Chromatinlosigkeit, erreicht wird. Man sieht meistens all diese Stadien der Degeneration im selben Pollenfach nebeneinanderliegen, so daß sich recht instruktive Bilder, die den ganzen Vorgang illustrieren, ergeben. Die Tapetenzellen erscheinen hierbei oft homogen geschwärzt (Abb. 13).

Die soeben beschriebene Degeneration der Tetraden resp. jungen Pollenkörner unterscheidet sich von der vorhergehenden auch dadurch, daß sie nicht wie jene sporadisch auftritt, sondern alle Tetraden einer Anthere meist sogar alle einer Blüte befällt. Auf

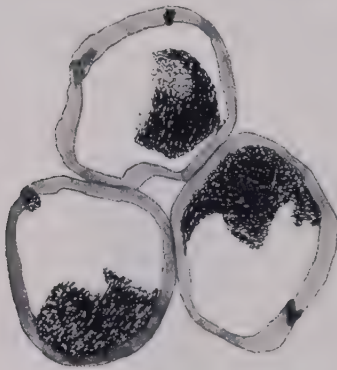


Abb. 14a. *Sanguisorba minor*.
Nekroseform reifer Pollenkörner.
Vergr. ca. 700.



Abb. 14b. *Sanguisorba minor*.
Gesundes Pollenkorn.
Vergr. ca. 700.

den gesamten Inhalt einzelner Pollenfächer beschränkt sich schließlich der dritte Degenerationstyp, der in Zwitterblüten von *Sanguisorba* gefunden wird und der das fertige Pollenkorn befällt. Diese Pollenkörner sind sofort daran zu erkennen, daß ihre Konturen wellig gebogen erscheinen und daß ihr Inhalt sich auf einen verhältnismäßig kleinen Raum beschränkt. Die Abb. 14a zeigt die deutlich gefärbte Exine, die meist einige stärker gefärbte Flecken aufweist, vielleicht ebenfalls Symptome beginnender Degeneration, die Intine ist nicht mit Sicherheit nachzuweisen, während der übrige Inhalt des Pollenkorns keine Kerne mehr erkennen läßt, sondern das übliche Bild stark fortgeschrittener Degeneration zeigt, un-geformte, fast homogen schwarz gefärbte Massen, die stets an eine Seite der Pollenwandung angedrängt erscheinen.

Die sich in Nachbarantheren findenden gesunden Pollenkörner sind prall, kreisrund und von völlig glatter Außenkontur. Vom

Inhalt des reifen Pollenkorns ist nur nach sehr starker Differenzierung etwas zu erkennen, da sich dieser sehr kräftig färbt und nur schwer durchsichtig ist. Die Exine erscheint dagegen bei den gesunden Körnern im Gegensatz zu den degenerierenden farblos. Leichte Schrumpfung der gesunden Körner sind ohne Zweifel auf mangelhafte Fixierung zurückzuführen. Die Abb. 13, 14a und b sind bei der gleichen Vergrößerung gezeichnet und reproduziert, um das starke Wachstum der jungen Pollenkörner einerseits, sowie den Kollaps der degenerierten zu veranschaulichen. Die Krankheitsbilder sind in all diesen Fällen so klar, daß Zweifel darüber nicht bestehen können, daß wir es hier mit Desorganisation des Pollens zu tun haben.

Betrachten wir nun die Tapetenschicht und die übrigen Gewebe jener Antheren oder Pollenfächer, in denen die Pollenkörner degenerieren, so ergibt sich ein weiterer nicht unwesentlicher Unterschied von den Verhältnissen, die Jaretsky für *Rumex flexuosus* beschrieb. In der Regel bleiben nämlich die Tapetenzellen in solchen Fächern erhalten, und zwar stets einkernig, wenn sie nicht, wie in Abb. 13 chromatolytisch degeneriert sind, was aber nur lokal und mehr ausnahmsweise der Fall ist. Speziell in den Fächern, in denen der Pollen die in Abb. 14a dargestellte Form hat, ist das Tapetum als lückenlose Schicht erhalten, die Kerne zeigen chromatolytische Desorganisation. Wo der Pollen gesund erscheint, sind in den allermeisten Fällen die Tapetenzellen verschwunden, teilweise nur sehr lückig noch vorhanden und dann immer zweikernig. Wenn also der Pollen seine normale Ausbildung erfährt, verläuft auch Entwicklung und Desorganisation des Tapetums normal, geht der Pollen auf dem Tetradenstadium oder später zugrunde, vollenden die Tapetenzellen ihre normale Entwicklung nicht, bleiben einkernig, die Kerne können zwar durch Chromatolyse zerstört werden, eine Resorption des Tapetums erfolgt aber nicht.

Aus dieser Beobachtung scheint mir hervorzugehen, daß die Dinge bei unserem Objekt nicht so einfach liegen, wie sie Jaretsky beschreibt, resp. aus seiner Beschreibung folgert. Daß eine ernährungsphysiologische Störung vorliegt, erscheint sicher. Denn es besteht ganz offenbar ein Parallelismus zwischen Pollendegeneration und der Entwicklung des Tapetums, des Pollennährgewebes. Andererseits ist keinerlei Anhaltspunkt gegeben, daß die Pollendegeneration irgendwie auf chromosomalen Störungen beruhen könnte. Allein, die ernährungsphysiologische Störung kann nicht einfach

darin bestehen, daß nach Verbrauch des normalen Nährstoffdepots der sporogene Komplex beginnt sich selbst zu „zerfleischen“. Dagegen spricht schon die Tatsache, daß nicht nur einige der Pollenkörner degenerieren, nicht der Eindruck eines „Kampfes ums Dasein“ (Jaretsky) erweckt wird, sondern daß der gesamte Inhalt eines Faches zugrunde geht, eben eines Faches, in dem die ernährende Schicht sich morphologisch nicht normal verhält, folglich auch physiologisch nicht normal funktionieren dürfte. Das entspricht durchaus den Vorstellungen, die wir von dem „Sekretionstapetum“ haben. Seine Funktion ist in erster Linie darin zu sehen, daß es den Antherensaft sekretiert, in dem die jungen Pollenkörner schwimmen und der für ihre Ernährung und Ausbildung verantwortlich zu machen ist. So haben denn die Tapetenzellen normalerweise, wie öfter erwähnt, die morphologischen Eigentümlichkeiten der Drüsenzellen, also auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung besonderer Reichtum an Plasma, Mehrkernigkeit, Hyperplodie oder Hypertrophie ihrer Kerne. Diesen Höhepunkt ihrer morphologischen Entwicklung erreichen nun die Tapetenzellen nicht, wenn sie auch zum Schluß degenerieren können, in den Fächern, in denen Obliteration des Pollens in irgendeiner Form zu beobachten ist. Der Schluß, daß auch ihre physiologische, sekretorische Funktion nicht in der nötigen Weise versehen wird und daß deshalb der Pollen in solchen Fächern zugrunde gehen muß, erscheint uns absolut zwingend. Weiterhin ist bemerkenswert, daß die übrigen Gewebe der Antheren und der Blüte in keiner Weise erkranken, sondern daß die Desorganisation auf den Inhalt der betroffenen Pollenfächer beschränkt bleibt. Darin liegt ein grundlegender Unterschied zwischen den hier bei *Sanguisorba* beobachteten Degenerationserscheinungen und den bei *Rumex* einerseits und der Kartoffel andererseits beschriebenen. Wir haben es nicht mit einer Erschöpfung des Nahrungsvorrates, wie bei *Rumex* angenommen, zu tun, auch nicht mit einem Störungsstoff oder einer Stoffwechselerkrankung der Blüte wie bei der Kartoffel, sondern mit einer Erkrankung des Tapetums und einem teilweisen oder gänzlichen Erlöschen seiner sekretorischen Fähigkeiten. Dieses mag wiederum irgendwie in dem Eingeschlechtigwerden der Blüten begründet sein.

Als Ergänzung zu den hier geschilderten Verhältnissen schien es erwünscht, weiterhin eine Pflanze zu untersuchen, die im Bau der Infloreszenz vollständig abweicht, bei welcher infolgedessen die normale Verteilung der Geschlechter eine ganz andere ist und welche schließlich durch Petaloidie und Karpelloidie gelegentlich gefüllte Blüten aufweist.

Auf die sehr interessante Geschlechterverteilung in den Blütenständen von *Daucus Carota*, der Mohrrübe, hier näher einzugehen, würde den Rahmen dieser Arbeit zu sehr überschreiten. Es seien den bekannten Tatsachen, daß die mittleren Blüten eines Döldchens im Gegensatz zu den übrigen, die zwittrig sind, rein männlich sind, meist mit Ausnahme der Zentralblüte, und daß sich rein männliche Döldchen und Dolden finden, nur die Bemerkung angefügt, daß Verf. Rassen der Wildmöhre besitzt, welche rein weiblich sind und diese Eigentümlichkeit konstant vererben. Die Unterdrückung des männlichen Geschlechts kann auf allen möglichen Stadien der Entwicklung stattfinden, bei der Anlage der Dolden, der Döldchen, der Blüten, der einzelnen Antheren und schließlich bei der Pollenentwicklung selbst. Bei dieser letzten Form der Unterdrückung des männlichen Elementes in der Blüte spielt dann offenbar das Tapetum eine wichtige Rolle, indem es vorzeitig degeneriert, ohne seine sekretorische Funktion versehen zu haben. Im übrigen Gewebe solcher Antheren ist sehr wenig von Degeneration oder Nekrose zu sehen, wodurch sich die ganze Erscheinung scharf von der bei der Kartoffelblüte beobachteten unterscheidet.

Entscheidend ist das Verhalten der Tapetenzellen. Der in normalen Blüten stets zu beobachtende Höhepunkt ihrer Entwicklung wird in den weiblichen Blüten nicht erreicht. Auch setzt die Degeneration des Tapetums nicht in der normalen Weise ein, sondern die Zellen bleiben erhalten, meist lückenlos aneinanderliegend. Während das Chromatin aus dem Kern — die Zellen sind einkernig geblieben — weitgehend schwindet, verfällt das Zytoplasma einer vakuoligen Degeneration und nimmt so eine schaumige Struktur an, die in normalen Pollenfächern nicht zu beobachten war.

Entsprechend diesem Verhalten des Tapetums setzt erst spät die Degeneration des sporogenen Komplexes ein, die mit Zerfall der Tetraden beginnt und mit der Zytolyse ihrer Zerfallsprodukte endet. Tritt dies nicht ein, sondern werden fertige Pollenkörner entwickelt, so zeigen diese bald eine der oben beschriebenen ganz

analoge Schrumpfung und Zusammenballung des Inhaltes, wodurch entsprechend den morphologischen Eigentümlichkeiten des Umbelliferenpollens auch charakteristische Bilder auftreten (Abb. 15).

Diese Degenerationsercheinungen, die auf den Übergang von der Zwitterigkeit zur eingeschlechtigkeit zurückzuführen sind, lassen sich diejenigen an die Seite setzen, die offenbar durch ungünstige klimatische Einflüsse bedingt sind. Es ist bekannt, daß sehr viele Pflanzen, die aus anderen Klimaten stammen, bei uns zwar reichlich blühen, aber selten oder nie Früchte ansetzen oder Samen zur Reife bringen. Sehr verschieden können die Gründe dieser durch einen ungewöhnlichen Lebensraum bedingten Sterilität sein: sehr

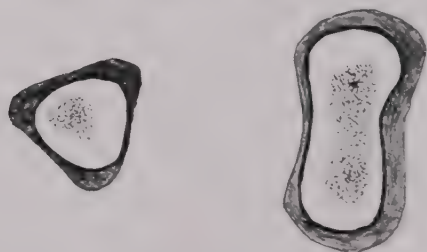


Abb. 15. *Daucus carota*. Nekrotisches Pollenkorn im optischen Quer- und Längsschnitt. Vergr. ca. 700.

häufig beruht sie aber auf der Entwicklung keimungsunfähigen Pollens. Da nun die meisten unserer Kulturpflanzen oder doch deren Stammpflanzen aus anderem Klima und anderem Lebensraum zu uns gekommen sind, so ist die Kenntnis der klimatisch bedingten Pollensterilität von wesentlich praktischer Bedeutung. Ohne auf die umfangreiche Literatur näher einzugehen seien über die dabei auftretenden Degenerationsercheinungen diejenigen Beobachtungen in Auswahl mitgeteilt, die zu unserem engeren Thema Wichtiges beizutragen vermögen. Als Objekt wählen wir die beliebte Zierpflanze *Wistaria chinensis* DC, die Glycine, die trotz ihres erstaunlichen Blütenreichtums bei uns fast nie normalen Pollen produziert.

Ähnlich wie bei *Sanguisorba* und *Daucus* beschränkt sich auch hier die Nekrose oder auch nur die Degeneration auf den sporogenen Komplex selbst. Die übrigen Gewebe, Konnektiv und äußere Wandschichten der Anthere, sind in älteren Blüten zwar sehr inhaltsarm, die Kerne bieten jedoch ein ganz normales Bild, so daß Auszehrungsercheinungen und Welken, wie von uns bei der Kar-

toffel, von Jaretzky bei *Rumex flexuosus* beschrieben, nicht angenommen werden können. Nach durchaus normalem Verlauf der Prophase tritt während der späteren Stadien der Meiosis Verklumpung der Chromosomen auf, doch beginnt die eigentliche Degeneration erst im Tetradenstadium oder setzt erst während der Ausbildung der Pollenkörner ein. Die dabei auftretenden Bilder entsprechen den bei *Daucus* und *Sanguisorba* beschriebenen.

Offenbar erreichen auch bei *Wistaria* die Tapetenzellen nicht den Höhepunkt ihrer Entwicklung. Ebenso unterbleiben die Auflösung und Resorption der Kerne und Zellen des Tapetums während der weiteren Pollenentwicklung. Antheren mit fertigem, meist bereits degeneriertem Pollen besitzen noch immer intakte Tapetenzellen mit nur einem Ruhekern (Abb. 16).

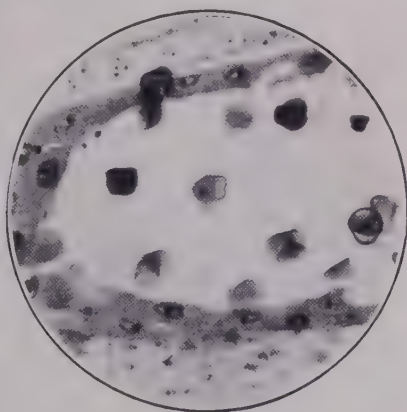


Abb. 16. *Wistaria*.

Degenerierende Pollenkörner bei abnorm erhaltenem Tapetum. Vergr. ca. 400.

Nach den mitgeteilten Ergebnissen können wir Degeneration der Pollenmutterzellen resp. der Pollenkörner, Degeneration der Tapetenschicht und drittens eine solche der übrigen Gewebe einer Anthere unterscheiden. Wesentlich für die Beurteilung der Bilder ist die Frage nach dem zeitlichen und örtlichen Zusammenhang der Degeneration in den einzelnen Gewebepartien. Dabei ist jedoch zu bedenken, daß dort, wo eine Unregelmäßigkeit zuerst in Erscheinung tritt, durchaus nicht der eigentliche Herd der Degeneration zu suchen sein muß. Sehr lehrreich wurde mir in dieser Beziehung die Degeneration, die in einem bestimmten Fall sich auf zwei Antheren einer Blüte des Kopfkohles, *Brassica oleracea*, beschränkte.

In den gesunden Antheren dieser einen Blüte stehen die P.M.Z. auf dem Stadium der Diakinese. Die Tapetenzellen, zwar etwas geschrumpft, sind gesund, zweikernig plasmareich und stellenweise etwas stärker färbbar, aber nirgends in einem Zustand, der als Degeneration angesprochen werden kann. Die Kerne haben je einen großen Nucleolus. Ganz anders ist das Bild in zwei benachbarten

Antheren auf einer Seite der Blüte. In zwei Fächern der einen Anthere liegen die Tapetenzellen durch starke Kontraktion der Protoplasten vollkommen isoliert, während diese selbst eine tiefschwarze gleichmäßige Färbung angenommen haben, sich also bereits in einem Stadium der Degeneration befinden, wie es normalerweise zur Zeit der Diakinese nicht vorkommt. Die Pollenmutterzellen sind in diesen Fächern ebenfalls bereits von einer deutlich sichtbaren Degeneration ergriffen, und zwar handelt es sich um eine Degeneration, wie ich sie sonst bei diesen Zellen nicht beobachtet habe. Die Kerne sind als kreisrunde helle Höfe im gleichmäßig grau gefärbten Plasma zu erkennen und in ihrem Innern befindet sich eine Anhäufung genau ebenso gefärbten Materials. Von Chromatin sind nur gelegentlich sehr kleine Brocken innerhalb oder außerhalb des hellen Hofes zu erkennen, der nur mehr die Stelle des ehemaligen Kernes anzeigt, ohne diesen Namen selbst noch zu verdienen. Die Bilder entsprechen weitgehend dem, was man als Chromatolyse zu bezeichnen pflegt. Derartige chromatolytische, vollkommen wie verwässert aussehende Kerne finden sich nun auch in den Wandschichten und den Geweben des Konnektivs. Es wird hier nicht ein einziger normaler Kern mehr gesehen, wie sie in den Nachbarantheren ausschließlich zu beobachten sind. Eine andere und wie es scheint sehr viel weiter fortgeschrittene Degeneration zeigt sich in dem Leitbündel des Konnektivs, soweit die Zellen lebenden Inhalt führten. Diese erscheinen bereits vollkommen zerstört und die Reste der ehemaligen Zellen erscheinen im Gegensatz zu den parenchymatischen Zellen des Konnektivs und der Wandung sehr tief gefärbt. In der zweiten Anthere ist die Degeneration bereits weiter fortgeschritten und hier sind nicht nur die Zellen des Leitbündels, sondern auch große Partien des Konnektiv- und Wandungsgewebes und auch die P.M.Z. zerstört. Von einer Gewebestruktur, ja von einzelnen Zellen ist nichts mehr zu erkennen, und die Reste dieser Gewebe haben hier überall die tiefe Färbung angenommen wie in der ersten Anthere die Reste des Leitbündels allein.

Worin im vorliegenden Fall auch immer die eigentliche Ursache der Degeneration dieser Antheren zu suchen sein mag, für die unmittelbare Veranlassung müssen wir die Erkrankung des Leitbündels im Konnektiv ansehen. In ihm ist bereits, wie aus dem anatomischen Bild mit Sicherheit hervorgeht, der Zelltod und eine, offenbar postmortale, Gewebezzerstörung eingetreten, wenn in den übrigen Geweben erst eine Degeneration zu beobachten ist, die physiologisch

gesprochen als Nekrobiose zu betrachten ist, also als eine Degeneration, welche zum Zelltode führen wird. Für die Richtigkeit dieser Anschauung spricht, daß in der zweiten Anthere dieser Zelltod durch die stattgehabte Zerstörung der Gewebe bereits seinen sichtbaren Ausdruck gefunden hat (Abb. 17).

Zusammenfassend ergibt sich folgender Tatbestand: Der sporogene Komplex, sich mehr oder weniger passiv verhaltend, wird vom Sekretionstapetum aktiv ernährt. Eine physiologische Störung, die ganze Pflanze oder auch nur einzelne Blüten oder Blütenteile treffend, setzt zunächst das hochsensible Tapetum außer Funktion, worauf dann die sporogenen Zellen zugrunde gehen. Dabei braucht das Tapetum selbst weder nekrotisch zu werden noch zytolytisch zerstört zu werden. Degenerierende Pollen bei morphologisch gesundem Tapetum spricht noch keineswegs mit Sicherheit dafür, daß chromosomale Unstimmigkeiten vorliegen und die Degeneration des Pollens verursachen. Jedenfalls müssen bei der mikroskopischen Untersuchung der Sterilitätsursachen die Degenerationserscheinungen der vegetativen Zellen der Blüte die gleiche Berücksichtigung erfahren wie die der sporogenen Zellen und wie die chromosomalen Verhältnisse.

Über die Degenerationserscheinungen in Samenanlagen nach ausgebliebener Befruchtung hat Capelletti (1927) bei Pflanzen sehr verschiedener systematischer Stellung Beobachtungen angestellt. Im einzelnen zeigten sich große Unterschiede von Fall zu Fall. Die Eikerne und auch die Synergiden hypertrophierten meist und lösten sich schließlich unter Chromatolyse auf. Der Nucellus folgte im allgemeinen den Degenerationserscheinungen des Embryosacks. Die Reihenfolge der Degeneration innerhalb des letzteren scheint meist so zu sein, daß zuerst die Eizelle zugrunde geht, gleich darauf die Synergiden und zuletzt die Polkerne absterben. Die

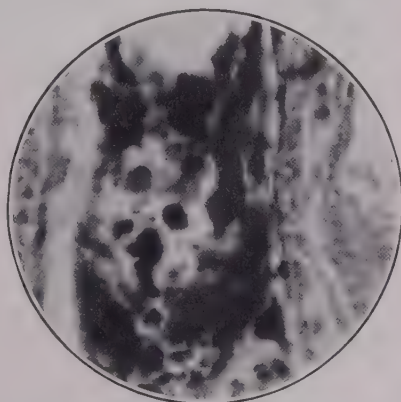


Abb. 17. *Brassica oleracea*. Nekrotischer Inhalt eines Pollenfaches einer im Leitbündel erkrankten Anthere.
Vergr. ca. 500.

Frage, wie lange die Eizelle erhalten bleibt, läßt sich ebenfalls nicht generell beantworten, doch ist es interessant, daß Dorsey (1919) bei *Prunus* eine Lebensdauer von im ganzen etwa 33 Tagen feststellte. Die Blüten wurden dann vom Baum abgestoßen.

Die Birnensorte Williams Christ erwies sich in den Versuchen Kamlahs (1928) und anderer als weitgehend selbststeril, d. h. eine Selbstung blieb fast stets ohne Erfolg, Samen wurden nicht gebildet und Früchte entwickelten sich nur ausnahmsweise. Interessante Degenerationserscheinungen zeigte mir Material, das 264 Stunden nach künstlicher Selbstung fixiert worden war. Die Kronblätter dieser Blüten waren bereits einige Tage vorher abgestoßen worden, während sich die Fruchtknoten inzwischen weiterentwickelt hatten, mitsamt ihren Stielen aber bereits sehr leicht abfielen.

Anatomisch zeigten sich folgende Verhältnisse: Die Zellen der Samenanlage wie auch die der Fruchtknotenwandung werden fast völlig inhaltsleer, so daß nur noch die Zellwände und meist auch noch die Zellkerne in die Erscheinung treten, wodurch das Präparat große Ähnlichkeiten mit einer Strichzeichnung bekommt. Es sind das Bilder, wie sie Jaretzky für *Rumex* beschrieb, wie wir sie oben bei Kartoffelblüten fanden und wie sie ganz allgemein für pflanzliche alternde Organe von Sorauer als Altersdegeneration beschrieben worden sind. Die Integumente sind infolge der Entleerung ihrer Zellen und infolge des damit verbundenen Schwindens des Turgors kollabiert und haben sich so verschmälert, daß das innere nur mehr als eine feine Linie zu erkennen ist. Das äußere Integument behält seine Form ungefähr bei, während das innere sich stark verkürzt, wodurch in der Gegend der Mikropyle beide voneinander getrennt werden und einen freien Raum zwischen sich lassen (Abb. 18, 19). Sehr stark ist der Nucellus zusammengefallen, so daß er nicht einmal mehr die Hälfte des vorher ganz ausgefüllten, von den Integumenten gelassenen Raum einnimmt. Ist der Nucellus völlig kollabiert, so ist vom Embryosack nichts mehr zu erkennen, meist lassen sich jedoch noch Teile desselben identifizieren. Vor allem ist es der sekundäre Embryosackkern, welcher noch kaum verändert die Lage des ehemaligen Embryosackes anzeigt. Nachst dem Endospermkern findet man ziemlich häufig Reste der Eizelle, seltener solche der Synergiden, beides meist in Form stark gefarbter Massen, an denen keine Einzelheiten mehr zu erkennen sind. Die Reihenfolge der Degeneration läßt sich im einzelnen meist nicht genauer feststellen, doch geht meist der sec. Embryosackkern zuletzt

zugrunde, wie sich an allen Präparaten, etwa 20 Samenanlagen, konstatieren ließ.

Offenbar gehen dann postmortal weitere Veränderungen vor sich, die zur völligen Auflösung der Zellen und Gewebe führen können. Der Nucellus zeigt zunächst diese Entwicklung, so daß

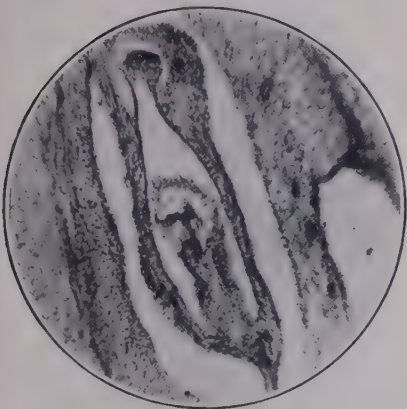


Abb. 18. *Pirus* „Williams Christ“. Degeneration einer unbefruchtet gebliebenen Samenanlage. Vergr. ca. 200.

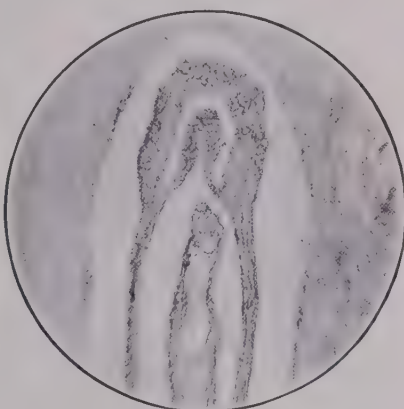


Abb. 19. Desgleichen. Entleerter Embryosack. Auftreten lichtbrechender Kristalle in den Integumenten. Vergr. ca. 200.

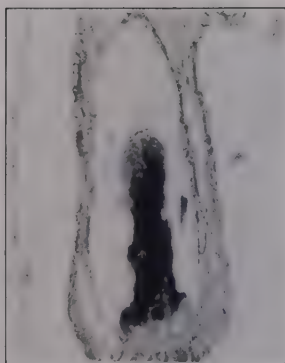


Abb. 20. Desgleichen. Zytolyse der Nucelluszellen.

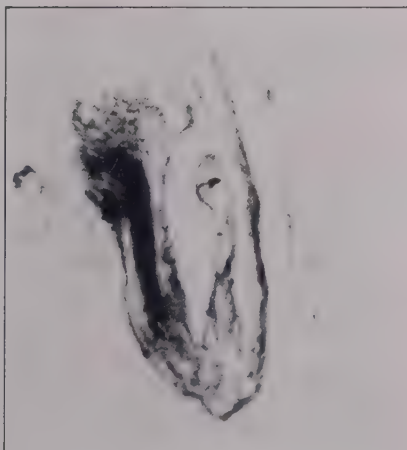


Abb. 21. Desgleichen. Leitbündelnekrose im Funiculus.

innerhalb der, wie oben beschrieben veränderten, Integumente dieser als formlose schwarze Säule zu erkennen ist, während die chalazalen Partien noch erhalten sind (Abb. 20).

Schnitte, die den Funiculus längs getroffen haben (Abb. 21), zeigen deutlich, daß das Leitbündel und die zentralen Partien bereits nekrotisch sind, und zwar ein Stadium der postmortalen Veränderungen, Zytolyse, zeigen, in das der Nucellus erst sehr viel später eintritt. So scheint es sehr wahrscheinlich, daß ganz entsprechend dem oben über Antheren Gesagten die Leitbündelnekrose die letzte Veranlassung der Altersdegeneration der unbefruchtet gebliebenen Samenanlage sei.

Ist nicht das Ausbleiben der Befruchtung, sondern irgendeine andere organische Störung als Ursache der Degeneration der Samenanlage anzusehen, so treten doch ganz entsprechende Bilder auf. Bei *Prunus* z. B. ist es die Regel, daß eine der beiden ursprünglich angelegten Samenanlagen degeneriert und abstirbt. Doch ist zunächst außer einer starken Wachstumshemmung noch keinerlei Anzeichen einer Degeneration zu erkennen (Abb. 22). Diese tritt erst sehr viel später auf. Es kommt aber auch vor, daß beide Samenanlagen gleichmäßig gefördert werden, die auch beide befruchtet werden können, so daß bei Kirschen, Pflaumen, besonders Mandeln, zweisamige Früchte erhalten werden (Vielliebchen). Bleibt aber nun bei zwei gleichmäßig geförderten Samenanlagen die Befruchtung aus, wie ein solcher Fall bei der Süßkirsche „Frühe Werder“ 6 Tage nach Bestäubung mit Pollen der Sorte „Flamentiner“ beobachtet wurde (Abb. 23), so zeigen beide ganz die gleichen Degenerationserscheinungen, die weitgehend dem entsprechen, was wir oben über die Gattung *Pirus* sagten. Ein Unterschied bestand im vorliegenden Falle nur darin, daß die chalazalen Partien besonders stark nekrotisch geschwärzt sind, während sie bei *Pirus* gerade von der Schwärzung ausgeschlossen erscheinen. Doch ist darin wohl kein spezifischer Unterschied zu sehen, vielmehr eine Illustration der Mannigfaltigkeit, mit der die Nekrose im einzelnen auftreten kann. Zellentleerung und postmortale Zytolyse sind die anatomischen Merkmale der Altersdegeneration in Samenanlagen.

Um noch kurz auf Einzelheiten des Embryosackes einzugehen, so wurde bereits oben darauf hingewiesen, daß wir in ihm bestimmte Zellen kennen, die sich ihren zytologischen und physiologischen Eigentümlichkeiten nach mit dem Tapetum der Antheren vergleichen lassen. Die Synergiden gehen normalerweise nach dem Eindringen

des Pollenschlauches zugrunde, können aber auch noch längere Zeit darnach in ihren ursprünglichen Umrissen erhalten bleiben oder auch als geschwärzte gestaltlose Masse während der Embryoentwicklung längere Zeit beobachtet werden. Als ein unnormales Verhalten muß es aber unbedingt angesehen werden, wenn die Synergiden bereits vor der Befruchtung, ja vor der Bestäubung degenerieren, welches Verhalten, nach all dem, was wir über die Funktion der Synergiden wissen, nicht ohne Einfluß auf die Befruchtbarkeit der betreffenden Eizelle bleiben kann. Eine verfrühte Synergidendegeneration

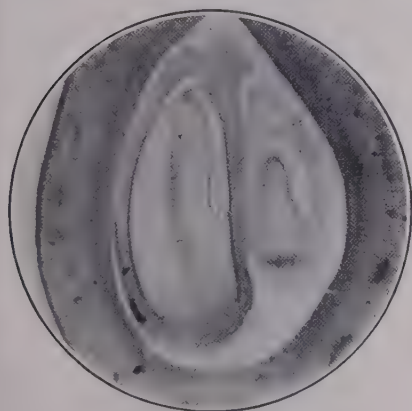


Abb. 22. *Prunus avium*. „FrüheWerder“. Beginnende Degeneration der unentwickelten Samenanlage. Vergr. ca. 80.

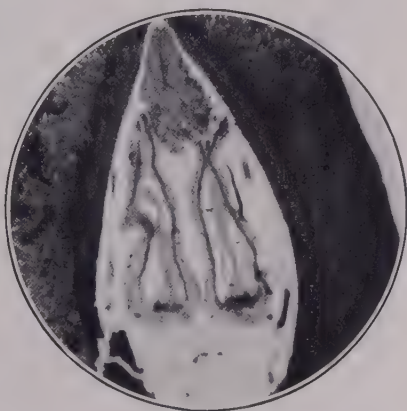


Abb. 23. Desgleichen. Degeneration zweier gleichmäßig geförderter, aber unbefruchtet gebliebener Samenanlagen nach Selbstung. Vergr. ca. 80.

muß daher beim Studium der Sterilitätserscheinungen besonders beachtet werden. Recht umfassende Untersuchungen, die an Embryosäcken einiger Birnensorten vorgenommen wurden und in einer eigenen Veröffentlichung näher dargestellt werden sollen, haben ergeben, daß die Synergidenerkrankung auf relativ frühen Entwicklungsstadien eine häufige und für den Fruchtansatz eine bedeutende Erscheinung ist. Es handelt sich dabei um eine sehr rasch verlaufende alle Teile der Zelle einschließlich der Membran ergreifende Schwärzung und Verschleimung. Der Eikern bleibt, auch wenn er unmittelbar neben dem zerstörten Synergidenapparat zu liegen kommt, von einer Zersetzung verschont.

Degeneration und Nekrose in Laubblättern von Kalimangelpflanzen.

Bei der Untersuchung von Degenerationserscheinungen in den Blüten der verschiedensten Pflanzen, die als unheilbare Schädigungen dem Zelltod vorausgingen, waren wir wiederholt zu dem Schluß gedrängt worden, daß die Ursache zu dieser Erscheinung in irgendwelchen Ernährungsstörungen zu suchen sein müßte. Es war daher von großem Interesse, solche Degenerationen anatomisch zu untersuchen, die man als eine ganz spezifische Mangelerscheinung ansehen muß. Ich möchte daher auch an dieser Stelle Herrn Geheimrat Remy meinen verbindlichsten Dank dafür aussprechen, daß er mich durch Überlassung geeigneten Materials hierzu in die Lage versetzte. Über die Herkunft desselben sehe man bei Lowig 1935, 1936 und Lindenbein 1936 nach, wo bereits einige Ergebnisse dieser Untersuchungen veröffentlicht wurden. Es handelt sich um die sog. Weißfleckigkeit, welche bereits vor einem Menschenalter von Wilfarth und Wimmer (1903) beschrieben und als Kennzeichen für Kalimangel angesprochen und in der Folge von v. Feilitzen (1904), v. Seelhorst (1906), Hiltner (1923), Wiessmann (1923), Krüger (1927), Nightingale u. a. (1930) behandelt wurde. In neuester Zeit hat dann Klinkowski (1933) wahrscheinlich gemacht, daß Chlorophylldefekte, d. h. Erscheinungen, bei denen das Chlorophyll frühzeitig zersetzt oder zerstört wird, insbesondere die Weißtüpfeligkeit der Luzerne, ein Ausdruck von Transpirationsstörungen sei, infolge teilweiser Zerstörung des Wurzelhalsgewebes. Er konnte die Weißtüpfeligkeit durch erhöhte Luftfeuchtigkeit künstlich hervorrufen und kam sie daher nicht als ein sicheres Symptom für Kalimangel ansehen. Wenn es also zunächst dahingestellt bleiben mußte, wie weit wirklich der Kalimangel für die Weißfleckigkeit der Laubblätter verantwortlich zu machen sei, so mußte um so mehr die Anatomie dieser Degenerationserscheinung interessieren, als sie von Klinkowski lediglich als Chlorophylldefekt bezeichnet wurde.

Da aber bereits orientierende Rasiermesserschnitte an frischem Material zeigten, daß es sich offenbar bei Weißtüpfeligkeit nicht nur um eine Chloroplastenerkrankung handele, sondern daß sehr viel tiefergreifende Veränderungen mit den Zellen und Geweben vor sich gegangen sein mußten, wurde die Untersuchung an vollständigen Schnittserien unter Anwendung zytologischer Untersuchungsmethoden durchgeführt. Als Objekte dienten die Blätter von *Dactylis glomerata*, *Phalaris arundinacea*, *Festuca pratensis* und

Trifolium incarnatum, die von Lowig im Laufe seiner Untersuchungen fixiert worden waren. Es sei an dieser Stelle bemerkt, daß die besten Fixierungen, die bekanntlich gerade bei Blattparenchym recht schwer zu erhalten sind, mit dem einfachsten Fixiermittel, das wir kennen, erzielt wurden, mit 96 proz. Alkohol. Alkohol-Eisessig gibt in parenchymatischen Geweben starke Schrumpfungen, während bei den osmiumhaltigen Gemischen die Gewebe sehr leicht durch die notwendige Wasserstoffsuperoxydbehandlung zerstört werden. Bei weiterem Verfolg der Untersuchungen mußte zunächst eine geeignete Färbmethode ausfindig gemacht werden. Die Färbung mit Eisenhämatoxylin, bei unseren Untersuchungen an Degenerationserscheinungen in Blüten fast ausschließlich angewandt, hatte sich dort so gut bewährt, daß es nicht ratsam schien, ganz auf sie zu verzichten. Andererseits zwangen aber einige starke Nachteile, bei den Untersuchungen der Blattgewebe nach einer anderen Färbweise zu suchen. Als sehr zweckmäßig erwies sich in der Folge eine Modifikation der Flemmingschen Dreifachfärbung, die der getrennten Verwendung von Gentianaviolett oder Safranin gegenüber sich als weit überlegen erwies. Besonders zu den karyologischen Beobachtungen eignete sich die Eisenhämatoxylinfärbung am besten, doch mußte dann so stark differenziert werden, daß sich die zur Vergleichung heranzuziehenden gesunden Zellen bereits vollständig entfärbt hatten. Andererseits lag der Nachteil der Dreifachfärbung im gleichartigen Verhalten der Membran und des degenerierten Zellinhaltes dem Safranin gegenüber. Man muß daher die Präparate von vornherein für ganz bestimmte Untersuchungen spezifisch herrichten.

Was die Dreifachfärbung angeht, so ist sie in der Weise, wie sie für Untersuchungen von Kernteilungsfiguren üblich ist, nicht ohne weiteres zu verwenden. Am erfolgreichsten erwies sich folgende Anwendungsart: Nach Entfernung des Paraffins kommen die Schnitte nur etwa 10 Minuten bis eine Viertelstunde in die Safraninlösung und werden sodann ohne Alkoholbehandlung nur leicht mit Wasser abgespült in die Lösung von Gentianaviolett gebracht, in der sie etwa 5 Minuten verweilen. Nach erneutem Abspülen in Wasser gelangen die Präparate ebensolange in die Orange G, worauf dann die Differenzierung in Alkohol einsetzt und fortgeführt wird, bis diese klar abläuft. Die Differenzierung muß dann bei mikroskopischer Kontrolle in Nelkenöl fortgesetzt werden. Auf diese Weise lassen sich Präparate erzielen, in denen sich auch die kleinsten

Gewebepartien ganz außerordentlich deutlich als degeneriert oder nekrotisch zu erkennen geben.

Wie wir stets festzustellen Gelegenheit hatten, macht sich die beginnende Degeneration in den Zellen, deren Zugrundegehen später makroskopisch die weißen Flecken auf den Blättern erkennen läßt, zunächst in den Kernen bemerkbar, indem bei diesen eine ausgeprägte Chromatolyse zu bemerken ist. Doch auch beinahe ebenso zeitig werden andere Besonderheiten in der Zelle deutlich. Vor allem fallen die Zellmembranen auf, die — wenn nicht anders bemerkt ist, immer die modifizierte Dreifachbildung berücksichtigt

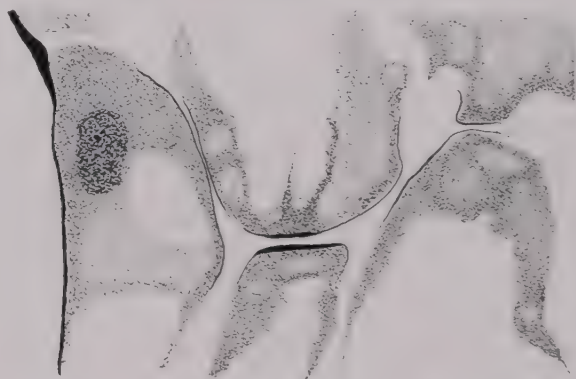


Abb. 24. *Dactylis glomerata*. Degenerierende Mesophyllzellen einer Kalimangelpflanze.

sehr viel deutlicher als bei den gesunden Zellen hervortreten, indem sie sich tief violett, fast schwarz färben. Die Plastiden verlieren an Färbbarkeit und zeigen nur undeutliche Konturen. Außerdem fällt in den meisten Zellen eine Anhäufung im Zytoplasma von Öltropfen auf, eine Degeneration, die wir auch oben bereits in Antheren beobachten konnten. Bei weiterem Fortschreiten der Degeneration macht sich sodann eine sehr charakteristische unscharf begrenzte safraninrote Zone bemerkbar, die die fast schwarze Membran umgibt. Diese Safraninzone kann bei einigen Zellen schon ringsherum gehen, wenn der Inhalt der Zelle noch deutlich in der eben beschriebenen Weise zu erkennen ist. Nun beginnt aber auch der plasmatische Inhalt der Zelle seine Färbbarkeit zu ändern, indem das Speicherungsvermögen für Orange nachläßt und statt dessen in hohem Maße Gentianaviolett gespeichert wird. Schließlich

werden Plasma, Kern und Plastiden von der Safraninzone aufgenommen und verschwinden somit als selbständige Zellbestandteile.

Die schwarzen Zellmembranen quillen auf diesem Stadium deutlich auf. Dieser Verquellung folgt eine stellenweise Auflösung der Membran, die Zellwand bekommt Lücken, die sich immer mehr und mehr vergrößern, bis auf diese Weise schließlich ein Teil der Zellwände verschwindet. Die Safraninzone, die zeitweilig die ganze Zelle ausfüllen konnte, geht nun zurück und läßt das Lumen der Zelle leer. Auffallend ist, daß die stehengebliebenen Reste jetzt sehr dünn und farblos erscheinen. Auch dort, wo die Zellwand verquollen noch bestehen bleibt, geht die diffuse Rotfärbung zurück und beschränkt sich auf eine nunmehr scharf begrenzte, durchschnittlich gleich breite tiefrote Schicht, die der Membran innen aufgelagert ist. Wie weit wir diese Bilder mit der von Sorauer (1903) beschriebenen Gußform in Zusammenhang zu bringen haben, ist nicht leicht zu entscheiden. Es ist wahrscheinlich, daß an der Bildung der safraninspeichernden Zellwandauflagerung neben ausgelösten Membranstoffen auch der zu einer Gallerte erstarrte, vielleicht zellulosig degenerierte Zellinhalt beteiligt ist.

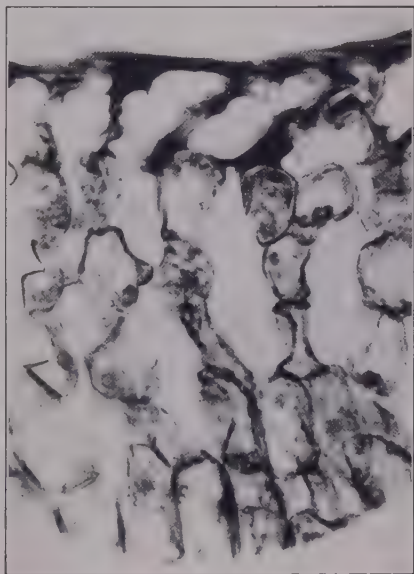


Abb. 25. *Dactylis glomerata*. Kollaps und Nekrose von Mesophyll- und Epidermiszellen einer Kalimangelpflanze. Vergr. ca. 750.

Zu den geschilderten Verhältnissen liefern die mit Eisen-hämatoxylin gefärbten Präparate sehr wesentliche Ergänzungen. Vor allem sind in ihnen die Zellwände nicht mitgefärbt, so daß man leichter die Membranreste verfolgen kann. Sie ziehen sich als feine gelbliche Linien zwischen den gefärbten Inhaltsmassen hindurch, mit denen sie in den Safraninpräparaten eine einheitliche, tiefrote Schicht bilden. Aus zeichnerischen Gründen wurden in der Abb. 24,

die nach einem Hämatoxylinpräparat angefertigt wurde, die Zellwände oder deren Reste als schwarze Linien eingezeichnet.

Neben diesen Degenerationserscheinungen findet man nun besonders bei dem untersuchten Vertreter der Dikotyledonen Bilder, die durch vollständiges Kollabieren der entleerten Zellen zustande kommen. Dieses Zusammenfallen geht so weit, daß die ehemaligen Zellen nur noch durch die aufeinanderliegenden Zellwände repräsentiert werden. Durch Auflösung der Membranreste entstehen schließlich größere Hohlräume im Gewebe. Bilder, die an die Sorauersehen Gußformen erinnern, konnte ich übrigens für *Tri-*

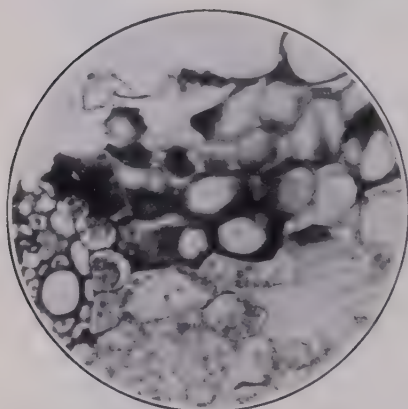


Abb. 26. *Dactylis glomerata*.
Nekroseform im Mesophyll einer Kalimangelpflanze. Ringzellen gesund, ebenfalls Leitbündel.

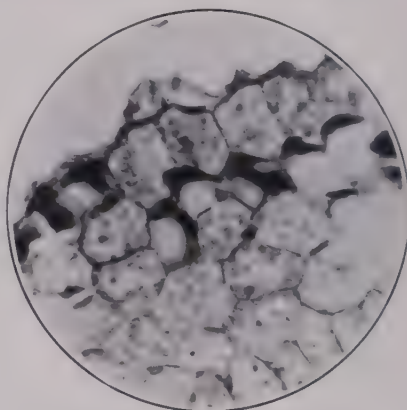


Abb. 27. *Dactylis glomerata*.
Nekrosegruppe im Mesophyll einer Kalimangelpflanze.

folium nicht mit Sicherheit feststellen. Einige anfänglich dafür gehaltene konnten später als durch Kollaps zustande gekommen erkannt werden (Abb. 26–29). Ich möchte aber annehmen, daß bei Gußform und Kollapsform es sich im Grunde um dieselbe Degeneration handelt, die je nach den anatomischen Verhältnissen sich im mikroskopischen Bilde bald in der einen, bald in der anderen Form kundtut.

Über die Stärke der Kontraktion, welche die Zellwände bei dem Zusammensinken der Zellen erfahren, geben einige Messungen Aufschluß, die an Palisadenzellen durchgeführt wurden. Ihre Länge schwankt darnach ziemlich beträchtlich, nämlich zwischen 0,063 und 0,029 mm bei gesunden, zwischen 0,046 und 0,017 mm

bei nekrotischen Zellen. Die Breite, bei gesunden Zellen im Mittel 0,015 mm betragend wurde bei beginnender Degeneration zu 0,008 mm gemessen und sinkt weiterhin auf 0,0 mm herab. Diese Angaben beziehen sich auf das Lumen der Zelle. In der Literatur finden sich meines Wissens genaue Messungen nur für *T. pratense* angegeben, bei dem Wlodek (1923) die Höhe der Palisaden durchschnittlich zu 0,061 mm gemessen hat.

Besondere Erwähnung verdienen an dieser Stelle noch die Epidermiszellen von *Trifolium incarnatum*. Beginnen sie zu degenerieren,

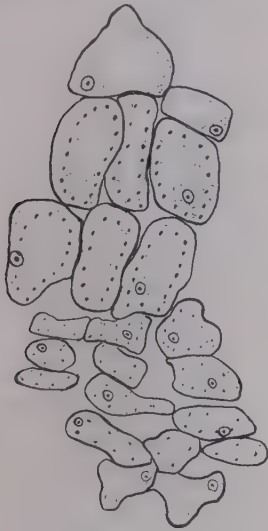


Abb. 28. *Trifolium incarnatum*.
Querschnitt durch den gesunden
Teil des Blattes einer Kalimangel-
pflanze, halbschematisch.

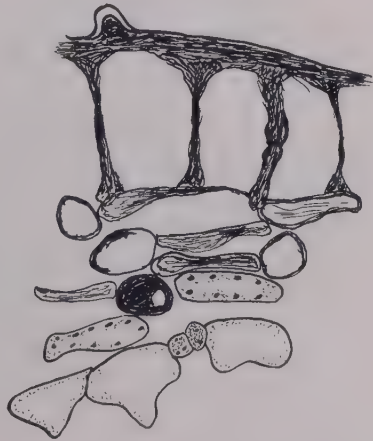


Abb. 29. *Trifolium incarnatum*.
Querschnitt durch einen Blattfleck
einer Kalimangelpflanze,
halbschematisch.

rieren, so verändert sich ihre Färbbarkeit nur schwach. Das Violett nimmt eine rötliche Tönung an, doch kommt es nie zu einer leuchtenden Rotfärbung, wie sie bei Parenchymzellen allenthalben als Begleiterscheinung der Degeneration zu beobachten sind. Sodann kollabieren die Zellen vollkommen der Länge nach, indem die äußere Zellwand auf die innere herabsinkt. Dabei bleibt die Papille erhalten nimmt jedoch einen mehr kreisförmigen Querschnitt an und läßt in ihrem Innern eine eigentümlich rot gefärbte Zone erkennen, die scharf konturiert von der äußeren Papillenwand durch

einen farblosen Hof getrennt bleibt. Dieses ungemein charakteristische Bild läßt sich ebenso ausnahmslos an den degenerierten Zellen erkennen, wie es an den gesunden vermißt wird.

Über die räumlichen Beziehungen der degenerierten Gewebepartien zueinander ließen sich an den Kalimangelpflanzen gewisse interessante Feststellungen machen. Wir haben oben einen Fall kennen gelernt, der in einer Blüte von *Brassica* beobachtet werden konnte, bei dem offenbar durch eine Erkrankung des Leitbündels die übrigen Gewebe des betreffenden Organes sukzessive zum Absterben gebracht wurden. Bemerkenswert ist, daß in den Gefäßen und den übrigen Zellen der Leitbündel der Blätter der Kalimangel-

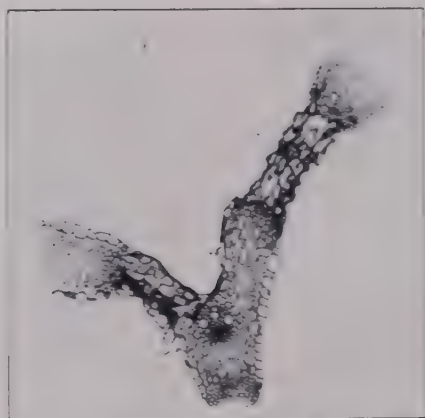


Abb. 30. *Dactylis glomerata*. Ganz und teilweise nekrotische Interkostalfelder im Querschnitt. Vergr. 125.

pflanzen kaum etwas von Degeneration zu erkennen ist. In Querschnitten wurde keine Anomalie irgendwelcher Art beobachtet und die in Längsschnitten zuweilen zu erkennende erhöhte Farbstoffspeicherung hat offenbar in der ungleichen Differenzierbarkeit der Gefäßwandung ihren Grund und findet sich auch in gesunden Blättern der Kontrollpflanzen.

Am frühesten macht sich die Degeneration zweifellos in den chlorophyllführenden Mesophyllzellen bemerkbar. Es sind meist kleinere, zusammenhängende Komplexe dieser Zellen, die zuerst die Degeneration zeigen. Bestimmte Lokaltaten scheinen dabei nicht prädestiniert zu sein, sondern die Degenerationskomplexe treten unregelmäßig zerstreut im Blatte auf. Auch ist ein unmittelbarer

Zusammenhang mit den Leitbündeln zunächst durchaus nicht immer verwirklicht. Viele Nekrosegruppen geraten jedoch schon früh, mit der Zeit aber alle ohne Ausnahme in Kontakt mit den Leitbündeln, doch gehen sie keinesfalls von diesen aus. Die Nekrose ergreift im Parenchym Zelle um Zelle, bis ihrer weiteren Ausdehnung senkrecht zur Längsachse oben und unten durch die Epidermen, an den Seiten durch die Leitbündel 1. oder 2. Ordnung eine Grenze gesetzt wird. So sieht man auf dem Querschnitt schließlich ein ganzes Interkostalfeld in Degeneration. Dabei kommt es aber sehr häufig vor, daß mitten zwischen degenerierten Zellen völlig intakte Mesophyllzellen erhalten bleiben, die keinerlei Anzeichen dafür bieten, daß sich die Nekrose auch auf sie ausbreiten wird. Auch die Bündel 3. Ordnung bilden für gewöhnlich eine Insel unversehrter Zellen mitten in der Nekrosegruppe (Abb. 30). Über die Ausdehnung der Flecken in der Längsrichtung kann man sich durch Verfolgen in lückenlosen Serienschritten, sowie in Längs- und Flächenschnitten ein klares Bild verschaffen. Entsprechend dem sehr charakteristischen makroskopischen Schadbilde der Weißtupflichkeit bleibt die Nekrose stets auf kleinere Zellgruppen

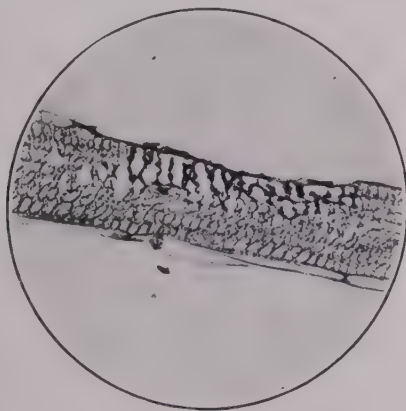


Abb. 31. *Dactylis glomerata*.
Nekrotische Mesophyll- und Epidermiszellen im Längsschnitt. Vergr. 200.

beschränkt, die in der Längsrichtung des Blattes meist sehr bald ihr Ende finden und unmittelbar von gesundem Gewebe begrenzt werden (Abb. 31). Die Begrenzung ist aber keineswegs irgendwie regelmäßig, sondern es können sich beispielsweise unter der Epidermis an einer Stelle schon nekrotische Zellen weithin erstrecken, während die übrigen Zellen des Querschnittes noch alle normal sind. Nicht selten werden im Querschnitt ein und desselben Interkostalfeldes mehrere nekrotische Zellkomplexe gefunden, die miteinander in keinerlei Beziehung stehen. Sind zwei oder mehr nebeneinanderliegende Interkostalfelder nekrotisch, so lehrt die Tatsache, daß die zwischen ihnen liegenden Rippen 1. oder 2. Ordnung wenigstens in ihren zentral gelegenen Partien von jeder Degeneration frei

sind, daß die Erkrankung der einzelnen Zellgruppen innerhalb der verschiedenen Felder voneinander unabhängig auf feldeigene Degenerationsherde zurückgehen. Kurz, ein absolut sporadisches Auftreten der Nekrose ist ungemein charakteristisch für die Weißtüpfeligkeit an Blättern von Kalimangelpflanzen.

Die Degeneration bleibt aber keineswegs auf die Mesophyllzellen beschränkt, sondern ergreift stets auch die Epidermiszellen mit und die Ringzellen, in schwächerem Maße auch sklerenchymatische Elemente. Ja, es werden auch Fälle beobachtet, wo Epidermis- oder Ringzellen allein von der Degeneration ergriffen sind. Insbesondere kann die obere oder untere Epidermis, sehr selten auch beide von Rippe zu Rippe bereits vollkommen kollabiert sein, ohne daß sich auch die geringste Anomalität in den Mesophyllzellen zeigt. Gerade die Epidermiszellen zeigen in sehr schöner Weise das Zusammenfallen der Membranen. Eine Ausnahme bilden zuweilen die Gelenkzellen, die sehr leicht nekrotisch werden, aber oft ohne Kollabieren einschließlich der Membranen zerstört werden. Auch der Spaltöffnungsapparat bleibt von der Degeneration nicht ausgeschlossen und gibt sich besonders gut in Flächenschnitten durch homogene Rotfärbung des Inhaltes der Schließzellen zu erkennen. Ist die Epidermis hochgradig nekrotisch, so sind die einzelnen Zellen bereits derartig in Auflösung begriffen, daß von den Spaltöffnungen nichts mehr zu erkennen ist.

Bei den Sklerenchymzellen, die selten, am ehesten noch in den Bündeln 3. Ordnung, von der Degeneration ergriffen werden, beschränkt sich diese auf die verdickte Zellwand, was sich wieder durch mehr dunkel violettrote bis schwärzliche Färbung anzeigt. Lösungsvorgänge der Membranen sind hier nicht zu beobachten, auch kein eigentliches Kollabieren, wenn auch bei besonders starker Schädigung die Wände im Querschnitt eigentümlich gestaltet, wie verbogen erscheinen können.

Bei dem untersuchten Vertreter der Dikotyledonen zeigt die Histologie der Nekroseflecken verschiedentlich Abweichungen, die im spezifischen Blattbau dieser Pflanzengruppe ihre Begründung finden. Hier sind die am stärksten geschädigten Zellen diejenigen des Palisadenparenchyms und der oberen Epidermis. Es kommt sehr häufig vor, daß die Nekrose über die Blattrippen hinweggreift. Bei den Gramineen wird durch die Parallelnervigkeit und die eigentümliche Ausbildung des mechanischen Systems dem Krankheitsbild ein besonders charakteristisches Gepräge verliehen, das den Diko-

tyledonen fehlt. So besteht die Bedeutung des mechanischen Systems nicht nur darin, daß es der Blattspreite die nötige Festigkeit verleiht, sondern auch darin, daß es der Ausbreitung des Gewebe zerstörender Prozesse Schranken setzt. Dennoch erstreckt sich auch bei *Trifolium* eine Nekroseguppe nie über sehr große Gewebepartien. Sie bilden vielmehr kleine Inseln im Mesophyll, die an verschiedenen Stellen im Mesophyll gleichzeitig entstehen. Als eigentlicher Bildungsherd, wenn von einem solchen überhaupt gesprochen werden kann, kommen am ehesten die direkt unter der Epidermis gelegenen Palisaden in Frage, bei denen jedenfalls die Degeneration zuerst zu erkennen ist.

Fragen wir uns nun nach dem praktischen Wert, den solche anatomischen Untersuchungen, wie wir sie über die Weißtüpflichkeit bei Kalimangelpflanzen anstellten, haben, so erscheinen sie uns in doppelter Beziehung von Bedeutung, in diagnostischer und stoffwechselphysiologischer. Zunächst geht hervor, daß der Ausdruck Chlorophylldefekt, wie wir ihn oben definierten und wie er von Klinkowski für die Weißtüpflichkeit verwendet wurde, der Erscheinung durchaus nicht gerecht wird. Zwar gehört die Obliteration der Chloroplasten und deren Farbloswerden in die Reihe der zu beobachtenden Degenerationserscheinungen, genau so wie etwa die chromatolytische Degeneration der Zellkerne, doch sind das eben nur gewisse Symptome, deren Herausstellung zu wenig aussagt und das Wesen der Erscheinung nicht trifft. Unsere Untersuchungsergebnisse zwingen uns vielmehr dazu, dieses Wesentliche im lokalisierten, platzweise zerstreut auftretenden Absterben von Zellen verschiedenen histologischen Wertes, verbunden mit prämortalen oder postmortalen Zerfalls- oder Lösungserscheinungen, denen auch in hohem Maße die Zellwände zum Opfer fallen, zu sehen. Für derartige Erscheinungen hat Sorauer (1903) den Ausdruck Fleckennekrose geprägt.

Es fragt sich nun, ob man aus dem Krankheitsbild mit einiger Wahrscheinlichkeit auf die Ursachen solcher Nekrosen schließen kann. Wir hatten bereits bei der Degeneration der Pollen und anderer Zellen der Blütenregion darauf hingewiesen, daß Degenerations- und Absterbeerscheinungen im allgemeinen einen für die betreffende Zellart charakteristischen Verlauf nehmen, gleichgültig welcher Art die Ursache hierfür sei. Das gilt zweifellos auch für die Zellen der Blattgewebe. Trotzdem hat man oft nicht ohne Erfolg besonders seit Sorauer die Blattanatomie zur pathologischen

Diagnostik herangezogen, vorzüglich zur Erkennung von Rauchschiäden. Besonders wird auf zwei Momente hingewiesen: Einmal wird die Entleerung der Zellen vor ihrem endgültigen Absterben für ein Zeichen eines natürlichen Auslebens angesehen, zum andern gilt ein Absterben der Epidermiszellen als ein Hinweis dafür, daß die tödliche Einwirkung von außen an die Gewebe herangetreten sein müsse. Sorauer argumentiert (1904): „Die Epidermis bleibt auch hier in der Mehrzahl der Fälle unverändert erhalten, demnach ist die Entstehung der Nekroseflecken nicht durch äußere Einwirkungen bedingt, also eine physiologische Krankheitserscheinung.“ Zwar kennt auch Sorauer Ausnahmen und findet in einzelnen Fällen die Epidermis nekrotisch, wobei sich die äußere Membran in körnigem Zerfall befinde. Daß durch Teerdämpfe beschädigte Blätter zunächst und hauptsächlich die Epidermis degenerierend zeigen, darin stimmen alle Beobachter überein. Ihre Zellen fallen ein und legen sich den Palisaden, die ebenfalls beschädigt werden, als schmaler Strang auf. Solche Bilder (man vergleiche die Mikrophotographie bei Bredemann 1932, Abb. 36!) gleichen manchen von uns beobachteten sehr stark. Das zeigt erneut, wie vorsichtig man bei der diagnostischen Auswertung der Blattanatomie zu Werke gehen muß und daß nur umfangreiche Studien einigermaßen über die Ursachen der Nekrose Klarheit schaffen können, keinesfalls aber wenige Stichproben an mit dem Rasiermesser ausgeführten Querschnitten. Gerade die recht schwierig herzustellenden Flächenschnitte geben oft über wichtige Fragen Aufschluß.

Wenden wir uns nun der Frage zu, inwieweit die anatomischen Untersuchungen über die Ursache der Degeneration etwas auszusagen vermögen, so sind wir, genau wie in den meisten Fällen von Degenerationserscheinungen in der Blütenregion, genötigt, diese auf stoffwechselphysiologischem Gebiet zu suchen, um so mehr, als die Weißblüpflichkeit ja bei Kalimangelpflanzen in Erscheinung tritt und nach Klinkowski auch bei Transpirationsstörungen. Sorauer hat die Frage bereits vor über 30 Jahren in folgender Weise beantwortet: „Daß derartige Fälle von fleckweiser Erkrankung und Absterben einzelner Gewebegruppen mitten im grünen Gewebe, mit einer Inanition, einer Erschöpfung der Stoffwechselenergie, zusammenhängen, beweist außer den Experimenten von Wilfarth (über Kalimangel) auch der Umstand, daß die Fleckennekrose bei einzelnen Pflanzenfamilien in den normalen Lebensgang als Zeichen beginnender Senilität eingeschaltet sich zeigt.“ Und an

anderer Stelle: „Dieses Auftreten scharf umgrenzter Flecken absterbenden, meist tiefbraun gefärbten durch seine Starrheit den Eindruck der Verkorkung hervorruufenden Gewebes, ist ein in den Kreis der normalen Todesarten zu ziehendes Vorkommnis. Dasselbe ist eine keineswegs auf Gräser beschränkte Erscheinung, die ich als Zeichen von Ernährungsschwäche oder Inanition (nicht zu verwechseln mit Nährstoffmangel) ansehe und wegen ihrer weiten Verbreitung als eine Krankheitsgruppe unter dem Namen der Fleckennekrose zusammenfassen möchte.“

In meiner früheren Veröffentlichung (Lindenbein 1935) wies ich bereits darauf hin, daß die Weißtupflichkeit, die Sorauer ausdrücklich mit hierher zieht, nicht unter den Sorauerschen Begriff der Fleckennekrose fällt. Sorauer beschreibt die Fleckennekrose wie folgt: „Mit der unter normaler Wasserzufuhr erfolgenden allmählichen Entleerung der Mesophyllzellen beginnt deren Zusammensinken, so daß nunmehr das Blatt anfängt, dünner zu werden. Indes bezieht sich dieses Zusammenfallen der Zellen in Richtung des Dickendurchmessers des Blattes eben nur auf die Mesophyllzellen, während die Epidermiszellen in ihrer Höhe und nahezu in ihrer Farblosigkeit verbleiben Am längsten

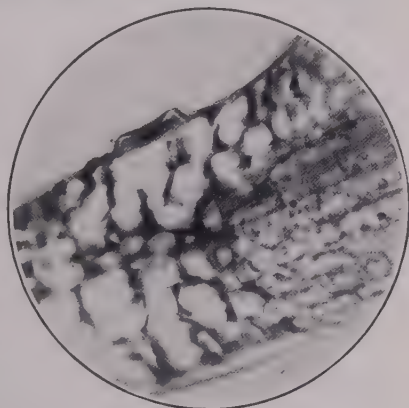


Abb 32. *Dactylis glomerata*.
Weiße Fleckennekrose im Blatt einer
Kalimangelpflanze. Vergr. 375.

bleibt der plasmatische Inhalt bei den Zellen, die sich bei den Gefäßbündeln an die derben Bastbelege unmittelbar anlegen.“

Es wurde von mir erstmalig darauf hingewiesen, daß gerade die hier hervorgehobenen Einzelheiten sich mit der Anatomie der Weißtupflichkeit nicht decken. Auch die untergeordnete Bedeutung der „Gußform“, die Sorauer 1903 als einzige Form der Degeneration an den Zellen der Nekroseflecken beschreibt, weist auf eine grundsätzlich andersartige Erscheinung hin. Besonders wichtig erschien uns aber die Resorption der Membranen, mag sie durch Auflösung oder körnigen Zerfall erfolgen. Diese in Verbindung mit der Entstehung großer Hohlräume (Abb. 32) lassen die Blatttupfel weiß

erscheinen und nicht etwa ein bloßer Chlorophylldefekt. Auch wird der Ausdruck *Leaf scorch*, den Warne (1934) in diesem Zusammenhang verwendet, der Erscheinung nicht gerecht. Wir glaubten daher die Weißtüpfeligkeit nicht unter den Sorauerschen Begriff der Fleckennekrose stellen zu dürfen, sondern dieser als brauner Fleckennekrose, jene als weiße gegenübersetzen zu sollen.

Die weiße Fleckennekrose wird nicht nur durch Entleeren, Zusammensinken und Vertrocknen der betroffenen Zellen gekennzeichnet, sondern durch Auflösung und Zerfall. Verworn sucht in seiner Physiologie einen solchen Zellschwund, der im Extrem zum Zerfall führt, durch die Annahme zu erklären, daß die assimilatorischen Prozesse zum Stillstand kommen, während die dissimilatorischen weitergehen und zur Destruktion und Molekularzertrümmerung führen. Er nannte diese Erscheinung *Atrophie*, die von der *Inanition* wohl zu unterscheiden sei. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, zu untersuchen, inwieweit diese alte Auffassung etwa im Sinne Ehrenbergs (1923) zu revidieren sei. Doch wird ein prinzipieller Unterschied zu machen sein zwischen der Destruktion solcher Gewebelemente, in denen bis zum Eintritt der Störung assimilatorische Vorgänge sich abspielten und der Zersetzung bereits toter Zellen. Hier dürfte unsere Feststellung von Bedeutung sein, daß bei der weißen Fleckennekrose die toten Gewebelemente, wie Sklerenchymzellen u. a. m., nicht der Zerstörung anheimfallen.

Ebenso kann hier nicht der Ort sein, über die Rolle des Kaliums im Stoffwechsel der höheren Pflanzen zu diskutieren, sondern es muß auf die zusammenfassende Darstellung bei Schmalfuss (1936) verwiesen werden. Es lag uns nur daran, die Pflanzenanatomie bei der Behandlung von Fragen, die für die Landwirtschaft von großem Interesse sind, mit heranzuziehen und das vorzubringen, was sie zu deren Lösung beizusteuern hat. Wenn man aber in neuester Zeit die Rolle des Kaliums, d. h. dessen lebenswichtige Bedeutung, im Zusammenhang mit der Kolloidaktivität sucht (Honcamp 1933) und feststellt, daß die Quellung der Plasmakolloide und damit die Wasser- und Nährstoffaufnahme in die Zelle durch die Alkalisalze befördert wird, so könnte man sich wohl vorstellen, daß durch Kaliummangel wenigstens lokal die aufbauende Phase des Stoffwechsels zum Stillstand kommt. Nach Schmalfuss (1933) wurde bisher kein Anhaltspunkt dafür gefunden, daß die Bedeutung des Kaliums noch in anderer Beziehung zu suchen sei, als in jener fundamentalen,

das Reaktionsmedium der Stoffwechselprozesse, d. h. den Quellungs-
zustand der Biokolloide im Verein mit der antagonistischen Wirkung
der anderen Metalle optimal zu gestalten oder zu erhalten.

Degeneration und Nekrose nach Röntgenbestrahlung.

Hatten wir bei der weißen Fleckennekrose eine auf stoffwechsel-
physiologischer Störung beruhende Erscheinung vor uns, die in
anatomischer Beziehung charakterisiert wird, durch Degeneration
einzelner Gewebekomplexe, verbunden mit Membranzerstörungen,
die im Endeffekt leere Hohlräume erstehen lassen, so müssen wir
nach den Untersuchungen E. Steins in den nach Radiumbestrah-
lung auftretenden Degenerationen eine gewisse äußerliche Ähnlich-
keit erblicken. Der Unterschied besteht hauptsächlich darin, daß
es sich hier um sehr viel vitalere Vorgänge handelt und dem äußerlich
sehr ähnlichen Zerfall eine Wachstumskatastrophe vorausgeht und
daß der gesamte Krankheitskomplex erblich sein kann. „Es handelt
sich um Wachstumsprozesse, die vitaler aber regelloser als normal
verlaufen und zugleich um eine Neigung zum Zerfall; denn überall
finden sich nekrotische Gewebeanteile ... Und in diesem Sinne
erscheinen die in den Gewebeverwilderungen beschriebenen Prozesse
nur extreme Äußerungen anderer, mikroskopisch nicht so ohne
weiteres erkennbarer Lebensvorgänge“ (1929). Und an anderer
Stelle (1932): „Vielleicht ist die Unberechenbarkeit im Zustande-
kommen des Exzesses für eine Erkrankung des Gesamtsystems
charakteristisch. Wir haben für sie keine andere Erklärung als das
Vorhandensein eines sehr labilen Stoffwechsels, der an einem be-
stimmten Punkte zahllose, äußerst lebhafte Wachstums- und
Wucherungsvorgänge auslöst, die sich aber schnell erschöpfen und zu
Zerrüttung und Zerfall führen.“ Für diesen Zerfall sind nun nekro-
biotische Wandauflösungen äußerst charakteristisch, wodurch Hohl-
räume entstehen, die außerdem auf irgendeine Resorption schließen
lassen. Das erinnert rein äußerlich stark an das anatomische Bild
der Weißtupflichkeit. Die Ähnlichkeit erblicken wir jedoch nur in
der Tatsache einer stoffwechselbedingten Gewebedegeneration mit
Wandauflösung und Gewebeerfall. Auch Komuro-Hideo beob-
achtete in seinen zahlreichen Untersuchungen an sog. Röntgen-
tumoren mannigfaltige zytologische Degenerationserscheinungen,
von denen die Zellwände nicht verschont blieben. Vielmehr spielten

gerade diese eine so große Rolle dabei, daß Komuro sich ganz bestimmte Vorstellungen über das Wesen der pflanzlichen Zellmembran zu machen veranlaßt sah. Er kommt dazu, ihr eine nebensächliche Bedeutung beizumessen und glaubt, die Zellwand als eine Art Niederschlagsmembran auffassen zu sollen, die durch Ablagerung von Kohlehydraten, Fetten und ähnlichen Körpern besteht. Er spricht auch gelegentlich von zellwandförmig gewordenem Zytoplasma.

Bei meinen eigenen Untersuchungen wurden Keimlinge von *Vicia Faba equina*, deren Würzelchen eine Länge von 5–10 mm erreicht hatten, mit 3 HED in der einen und 20 HED in der anderen Versuchsreihe bestrahlt. Darnach wurden die Keimlinge in Erde gepflanzt. Fixiert wurde mit dem schwächeren Flemmingschen Gemisch, gefärbt nach Heidenhain. Die im folgenden beschriebene Gewebedegeneration wurde an Material beobachtet, das mit 3 HED bestrahlt und 12 Tage darnach fixiert worden war.

Es handelt sich um unregelmäßig zerstreute, in der Größe recht variable, untereinander nicht zusammenhängende Komplexe degenerierenden und nekrotischen Gewebes der primären Rinde, in schwächerem Maße auch des Zentralzylinders. Sie liegen kurz hinter dem normalerweise in reger Teilung befindlichen Gewebe dort, wo sonst die Streckungszone der Wurzel beginnt.

Die Längsachse des größten Komplexes (Abb. 33–35) geht parallel zu der der Wurzel und beträgt 0,83 mm. Die Ausdehnung senkrecht dazu, also im Längsschnitt der Wurzel, der Querdurchmesser beträgt etwa 0,416 mm. Der Komplex verteilt sich auf etwa 60 Schnitte, deren jeder $\frac{1}{100}$ mm dick ist. Das umgebende Gewebe ist in seiner Lagerung gestört (Abb. 35), sehr ähnlich wie es Komuro für seine Röntgentumoren beschreibt, und es läßt sich leicht einsehen, daß die Zerstörung nicht durch das Mikrotommesser hervorgerufen sein kann. Bei Zerreißen, die durch das Messer entstehen, werden meist die Zellen des mittleren Teiles des Zentralzylinders oder alle Zellen des Wurzelquerschnitts in ihrer Lagerung gestört. Niemals aber werden die Zellen in der Mitte erhalten, während auf beiden Seiten das Gewebe zerrissen wird. Ferner nehmen die Zellen der Rinde sofort unterhalb der Nekroseguppe ihre normale Gestalt an. Sie sind vorzeitig gealtert, d. h. obwohl direkt hinter dem Vegetationspunkt gelegen, länglich rechteckig und fast völlig inhaltsleer, ihre Kerne sind hyperchromatisch, im gestörten und ungestörten Gewebe desselben morphologischen Wertes gleichartig. Die

Störung des die Nekroseguppe umgebenden Gewebes ist sehr charakteristisch. Es macht den Eindruck, als wären die einzelnen Zellen zentrifugal von demselben weggetrieben worden, vielfach verbogen und hierbei der Zusammenhang zerrissen, so daß große Lücken im Gewebe entstanden.

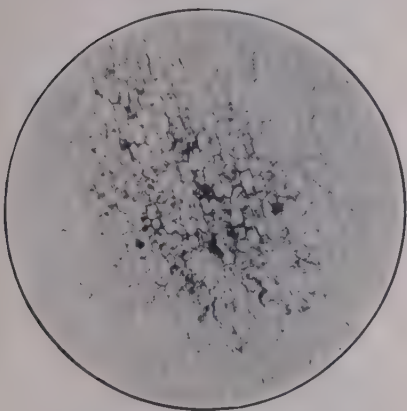


Abb. 33. *Vicia Faba*. Degenerierter Gewebekomplex einer mit Röntgenstrahlen behandelten Keimwurzel. Vergr. 100.

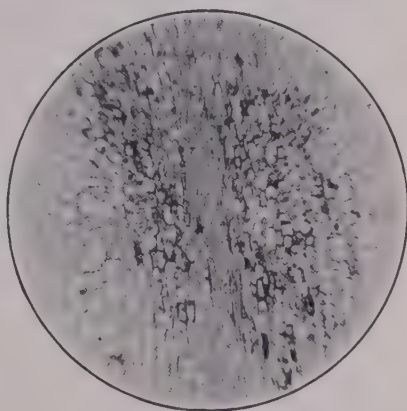


Abb. 34. *Vicia Faba*. Der gleiche Komplex im medianen Längsschnitt. Vergr. 100.

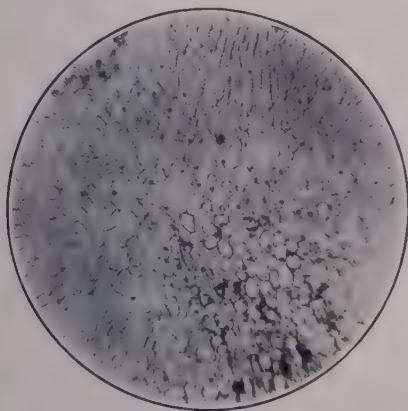


Abb. 35. *Vicia Faba*. Zerstörung des Zellverbandes im Nachbargewebe des Degenerationskomplexes. Vergr. 100.

Sehr stark sind die Veränderungen, die mit den Zellen des Degenerationskomplexes selbst vor sich gegangen sind. In Abb. 36 wurde eine Zellgruppe gezeichnet, deren Lage hinter der Wurzelspitze genau derjenigen des Degenerationskomplexes entspricht, und zwar aus einer ungeröntgten Kontrollwurzel des gleichen Alters. Es sind Zellen der Streckungszone, tragen teils noch embryonales Gepräge, teils ist bereits Vakuolenbildung zu beobachten. Die Kerne haben kürzlich ihre Teilung vollendet, teilweise sind noch

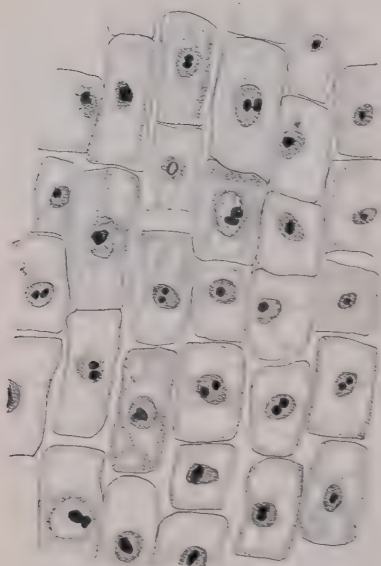


Abb. 36. *Vicia Faba*.

Gewebe aus der Streckungszone einer
Keimwurzel.



Abb. 37. *Vicia Faba*.

Entsprechendes Gewebe in Degene-
ration nach Röntgenbestrahlung.

die primär in der Zweizahl vorhandenen Nucleolen zu erkennen, teils verschmelzen sie, teils ist dieser Prozeß vollendet. Das entsprechend gelagerte Gewebe des Degenerationskomplexes hat so starke Veränderungen erfahren, daß es nicht die geringste Ähnlichkeit mit dem aus der gesunden Wurzelspitze stammenden mehr aufweist (Abb. 37). Die reihenweise Lagerung der Zellen ist vollkommen gestört. Die einen erscheinen riesenhaft vergrößert und mehr oder weniger vital zu sein, die anderen sind klein geblieben, teils inhaltsleer und zusammengepreßt, teils noch mit lebendem Inhalt erfüllt,

teils völlig nekrotisch und im Verfall. Die in Ein- oder Mehrzahl vorhandenen Kerne sind nirgends normal, teils chromatolytisch degeneriert, teils bereits vollkommen aufgelöst, teils pyknotisch und stets ohne jede Spur eines Nucleolus. Gebilde, die sich sehr häufig finden und an extranucleäre Nucleolen erinnern, erweisen sich stets als teils schwarz, teils bräunlich gefärbte öltartige Tropfen, wie sie in absterbenden und gestorbenen Zellen fast stets zu beobachten sind. Kerne, die an Karyocholose erkrankt sind, also riesenhaft vergrößerte Nucleolen zeigen, und die gerade für die von Stein beschriebenen Gewebeverwilderungen so charakteristisch sind, fehlen überall.

Wie bereits hervorgehoben, beansprucht das Verhalten der Zellwände unser ganz besonderes Interesse. In vielen Einzelheiten entspricht es weitgehend dem von Komuro für die Röntgentumoren beschriebenen. Die Zellwände können verquollen und schmutzig braun gefärbt erscheinen, oder auch als sehr dünne schwach gelbliche Membranen auftreten, teils sind sie in körnigem Zerfall, teils plötzlich unterbrochen und stellenweise völlig verschwunden, oder können auch auf weite Strecken hin vollkommen fehlen und durch zytoplasmatische Häute vorgetäuscht oder ersetzt sein. Nicht selten erinnern dabei die Bilder an das oben für die Weißfleckigkeit (Abb. 24) im Blattparenchym gegebene, oft treten auch neue, nur für die in Rede stehende Degeneration charakteristischen Bildungen auf. Die Begrenzung der einzelnen Zellen wird stellenweise unsicher und häufig entstehen durch Fusion mehrerer Zellen riesige Gebilde, die oft mit schaumig, vakuolig degeneriertem Zytoplasma ganz erfüllt sind. Bei den der Zellfusion vorausgehenden Auflösungen und Resorptionen der Zellwände scheinen die, wie oben angegeben degenerierten, Zellkerne eine Rolle zu spielen. Dort, wo sie der Zellwand anliegen, erscheint diese zuerst resorbiert. Sodann erfolgt in vielen Fällen ganz offensichtlich ein Hinüberwandern der Kerne. Komuro berichtet, daß in den Röntgentumoren das Zueinanderwandern der Zellkerne nach einem Durchbrechen und Auflösen der Zellwände zu den ganz charakteristischen Krankheitserscheinungen gehöre. Komuro nimmt an, daß der der Zellwand anliegende Kern während des Auflösungsprozesses das entsprechende Zellwandteilchen mit der Kernsubstanz vereinige. Tritt dann später unter Vielkernbildung eine Zellvermehrung ein, so wird jeder der Mehrkerne zum Kern der neu zu bildenden Zelle und verfügt in dem Zellwandstückchen gleich über eine Grundsubstanz, auf der die Bestandteile

der neu zu schaffenden Zellwände niedergeschlagen werden können. Auf die riesige Literatur, die sich mit der Rolle des Kernes bei Zellwandbildung und Zelluloseausscheidung befaßt, können wir an dieser Stelle nicht näher eingehen. Wenn auch noch vieles ungeklärt ist, so scheint doch soviel sicher, daß in bestimmten Fällen die Lage des Zellkernes in ganz bestimmter Beziehung zur Zellwandbildung steht, wofür Haberlandt (1887) erstmalig beweiskräftiges Material beibrachte, und daß zahllose Untersucher in den folgenden Jahrzehnten die von ihm entdeckten Gesetzmäßigkeiten bestätigten, wenn auch andererseits Fälle bekannt wurden, wo derartige Lagebeziehungen nicht so augenscheinlich verwirklicht sind. Fließen so die Quellen über die Rolle, die der Kern beim Aufbau der Zellwand spielt, reichlich, so sind dessen Beziehungen zum Abbau derselben noch recht ungeklärt. Nach den Bildern jedoch, die Komuro und ich in röntgendegenerierten Geweben sahen, scheinen mir solche Beziehungen doch unzweifelhaft zu bestehen.

In den Einzelheiten jedoch vermag ich Komuro nach meinen eigenen Beobachtungen nicht zu folgen. Er stützt seine oben kurz referierten Anschauungen auf das Auftreten eigentümlicher Zellinhaltsbestandteile, die er „Makuhen“ nennt und die er für zerbröckelte Teilchen der „sog. Zellwand“ anspricht. Es handelt sich um membranartige Bestandteile, die schlingenförmig in den degenerierten Zellen auftreten. Das Vorhandensein dieser eigentümlichen Fäden kann ich bestätigen. In Abb. 38 ist eine nekrotische Zelle aus dem oben abgebildeten Degenerationskomplex stark vergrößert gezeichnet, welche solche an die „Makuhen“ erinnernden Bildungen sehr reichlich zeigt, doch läßt sich gerade dieses Bild mit der von Komuro gegebenen Deutung nicht recht in Einklang bringen. Es handelt sich um eine stark nekrotische Zelle, Kern und Zytoplasma sind zugrunde gegangen, die Zellwand streckenweise zerfallend. Die „Makuhen“ treten dagegen stets in vitalen Zellen auf. Allerdings stimmt im vorliegenden und auch in anderen von mir beobachteten Fällen die Färbbarkeit der noch bestehenden Zellwände mit derjenigen der intrazellulär auftretenden Schlingen überein. Am wahrscheinlichsten will mir erscheinen, daß es sich um zellulose Degeneration des Zytoplasmas handele, also in eine degenerative Umwandlung des Zytoplasmas in Zellulose oder eine der Zellulose ähnliche Substanz. Derartiges wurde in Wurzeln von Kohlpflanzen, die an Kohlhernie erkrankt waren, an verwundeten Kartoffelknollen, an Blumenzwiebeln beobachtet und ist nach Küster (1925 und 1935)

(hier die weitere Literatur) weit verbreitet. Nach erfolgtem Zelltod sind dann die übrigen Inhaltsbestandteile der Zelle zugrunde gegangen, während diese degenerativ entstandenen Zelluloseschlingen noch erhalten blieben.

Bei der Frage, ob es sich bei den in Wurzelspitzen nach Röntgenbestrahlung auftretenden Degenerationen um stoffwechselbedingte Erscheinungen handle oder um eine direkt zerstörende oder Gewebeverwilderung auslösende Wirkung der Röntgenstrahlen, ist zu bedenken, daß nach Erfahrungen der Mediziner die Röntgen- und Radiumstrahlen die Autolyse, also die aseptische Selbstzersetzung, im fördernden Sinne beeinflussen.



Abb. 38. *Vicia Faba*. Zelle aus dem Degenerationskomplex mit zellulöser Degeneration des Zytoplasmas.

Die gesamte Erscheinungsform der degenerierenden Zellen spricht jedoch gegen die Annahme einer unmittelbar tödlichen Wirkung der Strahlen mit nachfolgender Autolyse, ebenso wie die Tatsache, daß nicht das ganze, den Röntgenstrahlen ausgesetzt gewesene Gewebe zugrunde geht, sondern die Destruktion nur lokal, fleckweise auftritt, wie wir es oben bei Stoffwechselstörungen in die Erscheinung treten sahen. So müssen wir auch hier die stellenweise einsetzende Degeneration für ein Symptom einer Erkrankung des Gesamtsystems halten. Doch möchten wir hier nicht an ein einfaches Weiterschreiten der dissimilatorischen Prozesse glauben, sondern annehmen, daß gewisse Prozesse, die normalerweise zum gesunden Aufbau geführt haben würden, nach Verlust eines bestimmten Reaktionsgleichgewichtes in ungewöhnliche Bahnen gelenkt wurden, und zwar durch eine Störung des gesamten Systems.

Wie eingangs betont, sahen wir unsere Aufgabe in dem Versuch, die üblichen Methoden der zytologischen und histologischen Mor-

phologie zur detaillierten Beschreibung von Phänomenen heranzuziehen, die das Interesse der Pflanzenbauer und -züchter beanspruchen. Wenn auch die pathologischen Erscheinungsformen der Pflanzenzelle kausal noch fast völlig ungeklärt sind und einer experimentellen zytomorphologischen Forschung vorläufig noch fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstehen, so ist doch eine möglichst eingehende Beschreibung der Degenerationserscheinungen ein praktisches Bedürfnis. Eine umfangreiche Sammlung von Beobachtungstatsachen wird dazu beitragen, Entartungserscheinungen und Zelltod der pathologischen Diagnostik dienstbar zu machen und aus ihnen Rückschlüsse ziehen zu lassen auf das normale Zellgeschehen, das die Grundlage des pflanzlichen Lebens und damit auch der Pflanzenkultur darstellt.

Zusammenfassung.

Die Anatomie absterbenden und abgestorbenen Gewebes kann bei zytologischer, mehr noch bei histologischer Betrachtungsweise zu praktisch wichtigen Ergebnissen führen. Unter diesem Gesichtspunkt untersucht die Arbeit diejenigen Degenerationen und Nekrosen, welche mit dem Sterilitätsproblem in Zusammenhang stehen und solche, die als Mangelerscheinung gewertet werden müssen. Als Ergänzung zu letzteren werden einige Röntgennekrosen besprochen.

1. In den Blütenknospen hochgradig steriler Kartoffelsorten treten wenigstens drei, untereinander unabhängige Degenerationserscheinungen auf:

- a) frühzeitige Degeneration mit nachfolgender Zytolyse einzelner oder sämtlicher Pollenfächer einer Anthere,
- b) pathologisch veränderte Tapetumdegeneration verbunden mit Absterben von P.M.Z., Tetraden oder Pollenkörnern,
- c) Degeneration des Zellinhaltes in den Geweben sämtlicher Blütenorgane, verbunden mit fleckweisem Auftreten von nekrotischen Zellen mit oder ohne Membranzerfall.

2. Partielle Pollensterilität, die mit dem Übergang von der Zwittertrigkeit zur Eingeschlechtigkeit bzw. mit der Unterdrückung des männlichen Geschlechtes in Zusammenhang stehen dürfte, wird an *Sanguisorba minor* und *Daucus Carota* auf die auftretenden Degenerationserscheinungen hin untersucht. Es fehlen die unter c) genannten Degenerationsformen, die unter a) aufgeführten finden sich in gleicher Weise, die unter b) mit wesentlich anderen Symptomen.

3. Offenbar klimatisch bedingte Pollensterilität findet sich bei *Wistaria sinensis*, verbunden mit anomaler Tapetumdegeneration und Tetraden- resp. Pollennekrose. Aus den unter 2. und 3. genannten Degenerationserscheinungen läßt sich ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem Verhalten des Tapetums einerseits und der Pollensterilität andererseits vermuten.

4. Ein Fall lokaler Antherenerkrankung, verbunden mit Leitbündelnekrose in Filament und Konnektiv wird für *Brassica oleracea* beschrieben.

5. Degenerationserscheinungen in Samenanlagen und Embryosäcken nach ausgebliebener Befruchtung werden bei geselbstetem Material einer Süßkirschen- und einer Birnensorte beschrieben.

6. Bei Gramineen und *Trifolium incarnatum* treten bei Kalimangelpflanzen in den Blättern typische Degenerationen auf, die als „weiße Fleckennekrose“ bezeichnet und beschrieben werden. Sie ist mit der braunen Fleckennekrose, die nach Sorauer im normalen Lebensablauf des Laubblattes auftritt, weder in histologischer noch in zytologischer Beziehung identisch.

7. Nach Röntgenbestrahlung treten in Keimwurzeln von *Vicia Faba* Komplexe degenerierter und nekrotischer Zellen auf, die in ihren Einzelheiten mit den bisher beschriebenen Röntgen- und Radiumdegenerationen teils überseintimmen, teils von ihnen abweichen.

8. Als neue Chromosomenzahl wird für *Sanguisorba minor* $x = 14$ angegeben.

Literaturverzeichnis.

- Bleier, H., 1931. Untersuchungen über die Sterilität der Kartoffel. Arch Pflanzenbau 5, 545—560.
- , 1933. Cytologische Untersuchungen an Kartoffeln (*Solanum*). Sammelreferat. Züchter 5, 225—232.
- Beyerinck, M. W., 1900. Necrosis and necrobiosis. Kon. Akad. Wetenschap. Amsterdam.
- Bonnet, J., 1912. Recherches sur l'évolution des cellules nourricières du pollen chez les Angiospermes. Arch. f. Zellf. 7, 604—722.
- Cappelletti, C., 1927. Processi degenerativi negli ovuli in seguito ad impedita fecondazione. N. Giorn. bot. Ital. N. S. 34, 409—490.
- Dorsey, M. J., 1919. A study of sterility in the plum. Genetics 4, 417—488.
- Ehrenberg, R., 1923. Theoretische Biologie vom Standpunkt der Irreversibilität des elementaren Lebensvorganges. Berlin, S. 30f.
- Ewert, R., 1914. Die Schädigungen der Vegetation durch Teerdämpfe und ihre Verhütung. Z. f. Pflanzenkrankh. 24, 257—273; 321—340.

- v. Feilitzen, W., 1904. Wie zeigt sich der Kalimangel bei Klee und Thimotheegras? Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moorkultur **41**.
- Haselhoff, E. u. W. & Bredemann, G., 1932. Entstehung, Erkennung und Beurteilung von Rauchsäden. Berlin, S. 366.
- Hiltner, E., 1923. Die Weißtüpfung der Luzerne, eine Kalimangelercheinung. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz **1**, 46.
- Honcamp, F., 1933. Die Bedeutung des Kaliums für den pflanzlichen und tierischen Organismus. Ern. d. Pflanze **29**, 353—357, 375—377.
- Jahn, A., 1935. Entwicklungs- und pollenphysiologische Verhältnisse bei der Staubblattumwandlung von *Pirus communis*. Angewandte Botanik **17**, 303—323.
- Jaretsky, R., 1927. Die Degenerationserscheinungen in den Blüten von *Rumex flexuosus*. Jahrb. wiss. Bot. **66**, 301—320.
- Kamlah, H., 1928. Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse bei Kirschen und Birnensorten. Kühn-Archiv **19**, 133—195.
- Klinkowski, M., 1933. Die Chlorophylldefekte der Luzerne als Ausdrucksformen verschiedener physiologischer Störungen. Phytopath. Z. **6**, 531 bis 537.
- Komuro-Hideo, 1932. Betrachtungen über die pathologischen Veränderungen in den in Kohlenteerlösung getauchten Wurzelspitzen junger Pflanzen. Cellule **61**, 219—238. Hier die weitere Literatur!
- Koernicke, M., 1905. Über die Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen auf pflanzliche Gewebe und Zellen. Ber. d. D. Bot. Ges. **23**, 404—415.
- Krüger, W., 1927. Zeitschr. d. Ver. f. Zuckerindustrie. Sonderheft 117.
- Küster, E., 1925. Pathologische Pflanzenanatomie. 3. Aufl.
- , 1935. Die Pflanzenzelle. Vorlesungen über normale und pathologische Zytomorphologie und Zytogenese. Jena.
- Lindenbein, W., 1929. Cytologische Untersuchungen über die Sterilitätsursachen einiger Stein- und Kernobstsorten. I. Die Pollenentwicklung einiger Süßkirschen. Gartenbauw. **2**, 133—157.
- , 1936. Zytologische und histologische Untersuchungen der auf den Blättern von Kalimangelpflanzen bei Gramineen und Inkarnatklée auftretenden Weißfleckigkeit. Ern. d. Pflanze. **32**, 144—150.
- Lowig, E., 1935. Über den Einfluß der Kalisalze, insbesondere ihrer Anionen, sowie der Kieselsäure und des Stickstoffs auf die Mehlauresistenz von Getreide und Futterpflanzen. Landw. Jahrb. **81**, 273—335.
- , 1936. Weitere Versuche zur Frage der Abhängigkeit der Mehlauresistenz von der Ernährung der Pflanze. Ern. d. Pflanze **32**, 61—67.
- Maséré, M., 1921. Recherches sur le développement de l'anthère chez les Solanacées. Contribution à l'étude de l'assise nourricière du pollen. Thèse Paris 99.
- Merkenschlager, F., 1933. Pflanzenernährung und Pflanzenkrankheiten. Sorauer, Handb. d. Pflanzenkrankh. 6. Aufl. I, 1, 199—317.
- Nightingale, G. Z. & Schermerhom, L. G. & Robbins, W. R., 1930. Some effects of potassium deficiency on the histological structure and nitrogenous and carbohydrates in plants. New Jersey Agric. Exp. Stat. Bull. 499.
- Pekarek, J., 1927. Über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf die Kern- und Zellteilung in Wurzelspitzen von *Vicia Faba*. Planta **4**, 299—357.

- Schmalfuß, K., 1933. Untersuchungen über den Eiweißstoffwechsel von Kaliummangelpflanzen. *Phytopath. Z.* **5**, 207—249.
- , 1936. Das Kalium. *Naturw. & Landw. Heft* 19.
- Schnarf, K., 1929. Embryologie der Angiospermen. Berlin.
- v. Seelhorst, 1906. Die durch Kalimangel bei Vietsbohnen (*Phaseolus vulg. nanus*) hervorgerufenen Erscheinungen. *Z. f. Pflanzenkrankheiten* **16**, 2—5.
- Sorauer, P., 1903. Zur anatomischen Analyse der durch saure Gase beschädigten Pflanzen. *Ber. d. D. Bot. Ges.* **21**, 526—535.
- , 1904. Beitrag zur anatomischen Analyse rauchbeschädigter Pflanzen. *Landw. Jahrb.* **33**, 585—664.
- Stein, E., 1929. Über Gewebeentartung in Pflanzen als Folge von Radiumbestrahlung. (Zur Radiomorphose von *Antirrhinum*). *Biol. Zentrbl.* **49**, 112—126.
- , 1932. Über den durch Radiumbestrahlung von Embryonen erzeugten erblichen Krankheitskomplex der Phytocarcinome von *Antirrhinum majus*. *Phytopath. Z.* **4**, 523—548.
- , 1935. Weitere Analyse der Gruppe A von den durch Radiumbestrahlung veränderten Erbanlagen bei *Antirrhinum*. Kern- und Zellveränderung in der krebsigen Gewebeentartung. *Z. f. indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre* **69**, 303—326.
- Tischler, G., 1921/22, 1934. Allgemeine Pflanzenkaryologie.
- Treviranus, G. R., 1802. Biologie oder Philosophie der lebenden Natur **1**, 8f. Göttingen.
- Verworn, M., 1903. Allgemeine Physiologie, 4. Aufl. Jena.
- Warne, L. G. G., 1934. The distribution in normal and scorched foliage. *Ann. of Bot.* **48**, 57—67.
- Wießmann, H., 1923. Über den Einfluß des Kaliums auf die Entwicklung der Pflanzen und ihren morphologischen und anatomischen Bau, bei besonderer Berücksichtigung der landw. Kulturpfl. *Z. f. Pflanzenernährung* **A 2**, 1—79.
- Wilfarth, H. u. Wimmer, G., 1903. Die Kennzeichen des Kalimangels an den Blättern der Pflanzen. *Z. f. Pflanzenkrankh.* **13**, 82.
- Wlodek, H., 1923. Quelques calculs concernant certaines propriétés de la cellule du tissu en palissade de la feuille du trèfle. *Acta Soc. Bot. Polon.* **1**, 47—52, polnisch mit frz. Résumé.
- Woyciecki, Z., 1931. Cytolyse bei *Nicotiana* und *Larix*. *Acta Soc. Bot. Polon.* **8**, 1—17.

Untersuchungen über den Transpirationsanstieg bei welkenden Blättern von Coleus.

Von

Horst Müller.

Mit 15 Abbildungen.

Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Einleitung	369
II. A. Das Versuchsmaterial	369
B. Die Ausführung der Versuche	371
III. Die Versuche	373
A. Versuche mit dunkel gehaltenen Pflanzen	373
1. Versuche mit Pflanzen des Normaltypus	373
2. Versuche mit „Winterpflanzen“	381
3. Versuche mit Pflanzen des Trocken- und Feuchttypus	386
B. Versuche mit „Hellpflanzen“	392
IV. Besonderheiten im Bau des Versuchsmaterials	399
V. Besprechung der Versuchsergebnisse	405
1. Der vorübergehende Transpirationsanstieg als physikalische und physiologische Reaktion der Blätter	406
2. Der vorübergehende Transpirationsanstieg in Beziehung zum Zustand der Spaltöffnungen	410
3. Der vorübergehende Transpirationsanstieg in Beziehung zum Wasserverlust der Blätter	412
4. Das stetige Abfallen und der Horizontalverlauf der Welkungs-kurven	416
5. Der Einfluß der Oberflächenentwicklung und des Sukkulenz-grades der Blätter auf die Transpirationsgrößen	420
VI. Zusammenfassung	425
VII. Literaturnachweis	426

I. Einleitung.

Der in einer Pflanze bei unzureichender oder unterbrochener Wasserzufuhr eintretende Wassermangel hat zur Folge, daß mancherlei Widerstände eingeschaltet werden, welche die Transpiration herabsetzen. Vor allen Dingen wirkt dabei das Schließen der Spaltöffnungen mit. Durch diese Regulationen verläuft das Welken, wie zahlreiche Untersuchungen ergeben haben, im allgemeinen so, daß die Kurve der Transpiration von einem Anfangswerte aus stetig abfällt und in einer gewissen Zeit ein Minimum kutikulärer Transpiration erreicht. In der Literatur finden sich aber wiederholt Angaben darüber, daß die Spaltöffnungen welkender Pflanzen wenigstens vorübergehend weit geöffnet seien, daß also dem bekannten Abfall der Transpirationskurven ein Anstieg derselben vorausgehen soll. Zuerst hat F. Darwin (1898) solche Beobachtungen gemacht. Weitere Angaben darüber finden sich sodann bei Molisch (1912), C. G. Laidlaw und R. C. Knight (1916), Weber (1927) u. a. Genauere Feststellungen über das Maß und die Ursachen einer Vergrößerung der Wasserabgabe während des Welkens sind jedoch nicht gemacht worden, obwohl sie z. B. durch die Entwicklung der Anwelkmethode Arlands an Bedeutung gewonnen haben. Es war daher Aufgabe der vorliegenden Untersuchungen, zu ermitteln, ob der Transpirationsanstieg während des Welkens bei einer bestimmten Pflanze stets eintritt, von welchen Bedingungen sein Auftreten oder sein Ausbleiben abhängig ist und wie er zustande kommt.

II. A. Das Versuchsmaterial.

Es war nicht zu erwarten, daß der Transpirationsanstieg beim Welken allgemein eintreten würde. Daher war die erste Frage, geeignetes Material für die Versuche zu finden. In einer Reihe von Vorversuchen, die von Schratz früher vorgenommen worden waren, hatte sich *Coleus hybr.* als besonders geeignet erwiesen. Die Versuche wurden deshalb mit den Blättern einer ursprünglich von Correns isolierten reinen Linie aus einer grünen Rasse von *Coleus* gemacht. Diese Art erschien außerdem für die Untersuchungen besonders geeignet, weil die Pflanzen stets leicht heranzuziehen sind und bei normaler Entwicklung in etwa gleichmäßigen Abständen ein Paar gegenständiger, ziemlich gleich großer Blätter

hervorbringen. Die Blätter eines jeden Blattpaares sind also gleich alt und lassen auf gleiche Einwirkungen eine gleichartige Reaktion erwarten. Bei gleichen Abständen der Blattpaare einer Pflanze bestehen auch annähernd gleichartige Abstufungen der Nährstoff- und Wasserversorgung, so daß in bezug darauf sowie hinsichtlich der Reaktion die entsprechenden Blattpaare gleich alter Pflanzen miteinander verglichen werden können. Dementsprechend sind zu den einzelnen Versuchen jeweils nur Pflanzen verwendet worden, die gleichen Alters und ihrem Habitus nach gleichmäßig waren. In der Regel waren es Pflanzen, die fünf Blattpaare voll ausgebildet hatten.

Die Versuchspflanzen der zunächst besprochenen Versuchsgruppe wurden im Februar ausgesät und wuchsen in den Frühjahrsmonaten bis zum Mai heran. Sie wurden bei der ersten Verpflanzung in Töpfe in drei Gruppen eingeteilt. Die hauptsächlich benutzten Pflanzen wurden im normal temperierten Gewächshaus herangezogen. Eine zweite Gruppe wuchs im sog. Tropenhaus bei einer Durchschnittstemperatur von 30°C und einer Luftfeuchtigkeit $F = 100\%$ auf, während eine dritte Gruppe bei niedrigerer Temperatur und $F = 70\%$ sowie nur knapper Wasserzufuhr gehalten wurde. So entstanden aus einheitlichem Ausgangsmaterial drei deutlich unterscheidbare Wuchsformen, die als Normal-, Feucht- und Trockentypus bezeichnet werden sollen.

Der Normaltypus hat zur Zeit der Versuche einen festen aufrechten Sproß ohne Seitentriebe mit fünf gut entwickelten Blattpaaren. Zu derselben Zeit sind die Pflanzen des Feuchttypus bedeutend größer, mit deutlichem Ansatz zur Verzweigung aus den Blattachsen; die einzelnen Blätter sind wesentlich größer, aber auch dünner und empfindlicher als die entsprechenden Blätter des Normaltypus. Ebenso ist die Sproßfestigkeit von Pflanzen des Feuchttypus geringer als bei Normalpflanzen. Weit hinter dem Normaltypus zurückgeblieben ist die Entwicklung der Trockenpflanzen. Sie sind von gedrungenem Wuchs; die Blätter sind in den einzelnen Stufen kleiner, derb und zeigen etwas nach unten eingekrümmte Blattflächen. Viele Pflanzen dieser Gruppe haben zur Versuchszeit noch nicht fünf Blattpaare voll entwickelt, viele sind völlig zurückgeblieben.

Über die Größenverhältnisse der untersuchten etwa 270 Blätter der Versuchsgruppe gibt Tab. 1 einen Überblick. Weitere Unterschiede der Struktur werden im Laufe der Arbeit besprochen.

Tabelle 1. Übersicht über die Durchschnittsgröße der Blattoberflächen.

Wuchsform	Größe in cm ² bei Blattpaar				
	1	2	3	4	5
Normalpflanze	152,6	241,6	235,7	196,3	138,2
Feuchtpflanze	171,1	238,7	181,1	144,1	113,8
Trockenpflanze	112,6	174,3	188,0	194,5	147,0

Außerdem wurde auch eine große Gruppe von Pflanzen untersucht, die im August ausgesät und in den Monaten September bis Dezember im normal temperierten Gewächshaus herangewachsen waren. Aus später zu erörternden Gründen werden die Versuche mit diesen Pflanzen nur kurz behandelt.

B. Die Ausführung der Versuche.

Die Versuche wurden in einem Kellerraum durchgeführt, der nur durch elektrische Deckenbeleuchtung mäßig erhellt war und eine zwischen 17—19° C langsam schwankende Temperatur hatte. Die einzelnen in Töpfen herangewachsenen Versuchspflanzen wurden in der Regel am Nachmittage vor dem Versuch in den Versuchsraum gebracht; sie wurden dort bis zum Versuchsbeginn dunkel gehalten und reichlich mit Wasser versorgt. In besonderen Fällen, über die besonders berichtet werden wird, verblieben die Pflanzen bis kurz vor dem Versuch an ihrem sonstigen Standort.

Das Welken wurde an abgeschnittenen Blättern der voll turgeszenten Pflanzen beobachtet. Da zunächst nicht bekannt war, unter welchen Bedingungen ein Transpirationsanstieg im Welkungsverlauf eintreten würde, war das Defizit der Dampfspannung zwischen Blatt und Umgebung verschieden zu gestalten. Zu diesem Zwecke wurden die Blätter über gesättigten Lösungen von NaCl, Mg(NO₃)₂ und CaCl₂ zum Welken gebracht, über denen eine relative Feuchtigkeit von etwa 75 %, 55 % und 35 % herrscht (vgl. Abderhalden 1933, V, 10, 102—103). Die Schnelligkeit des Welkens ließ sich weiterhin dadurch beeinflussen, daß die Versuche einmal bei Zimmertemperatur, also 17—19° C, das andere Mal im Thermostaten bei 27—29° C gemacht wurden.

Zur Beobachtung des Welkungsverlaufs wurden die Blätter einzeln von den Pflanzen abgetrennt. Die Schnittflächen wurden sogleich mit Vaseline bestrichen. Die Blätter wurden danach mit einem Drahthäkchen an eine Bingesche Dämpfungs- waage mit Teilstrichablesung und einer Empfindlichkeit von 0,1 mg gehängt. Vom Abtrennen eines Blattes bis zur ersten Gewichtsbestimmung vergingen höchstens 1—2 Minuten. Nach Feststellung des Anfangsgewichtes wurden die Blätter 3 Minuten lang bei geschlossener Waage beobachtet. Jeweils nach Ablauf einer Minute wurde der Minutengewichtsverlust aufgezeichnet. Der Durchschnitt der so ermittelten drei Werte ergab den Anfangswert der Wasserabgabe in der Zeiteinheit, der noch auf 1 g Frischgewicht umgerechnet wurde. Die Blätter wurden

sodann in einem 26,3 cm hohen und 23 × 21 cm großen Glasgefäße über der gesättigten Lösung aufgehängt und im allgemeinen stündlich gewogen. Die stündlichen Wägungen wurden möglichst rasch durchgeführt, so daß die Blätter sich jeweils höchstens 1 Minute außerhalb des Verdunstungsgefäßes befanden. Der Welkungsverlauf bei den einzelnen Blättern wurde während 8–10 Stunden beobachtet.

Um in den Gefäßen möglichst gleichmäßige Dampfspannung zu erzielen, waren die Gefäßwände mit mehreren Schichten Filtrierpapier bekleidet, die sich aus der den Gefäßboden etwa 2 cm hoch bedeckenden Lösung stets durchfeuchtet hielten. Die Luftfeuchtigkeit in den Gefäßen entsprach wohl kaum den angegebenen, physikalisch zu fordernden Werten. Das sollte auch nicht erreicht werden; es wurde vielmehr lediglich angestrebt, deutlich verschiedene, aber einigermaßen konstante Luftfeuchtigkeit zu erhalten. Wie die mit einfachen, aus Filtrierpapier hergestellten Evaporimetern gefundenen Verdunstungswerte der Tabelle 2 zeigen, genügte die Versuchsanordnung diesen Anforderungen.

Tabelle 2. Evaporation in den Verdunstungsgefäßen.

Über CaCl_2 bei 17–19° bei 27–29° mg/dm ² · min		Über $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ bei 17–19° bei 27–29° mg/dm ² · min		Über NaCl bei 27–29° mg/dm ² · min
38,45	46,75	26,79	34,79	20,63

Aus den Ergebnissen der stündlichen Wägungen bei den einzelnen Blättern wurde errechnet, wieviel mg Wasser von 1 g Frischgewicht des Blattes in der Minute abgegeben wurden. Die so im Laufe der Beobachtung eines Blattes ermittelten Werte ergeben eine Kurve, aus welcher der Welkungsverlauf erkennbar ist. Die Welkungskurven der Blätter einer Pflanze sind jeweils in einem graphischen Bilde dargestellt worden, wobei die Blattpaare stets vom jüngsten Blattpaar an als erstes, zweites usw. Blattpaar bezeichnet sind.

Bei diesen Kurven ist jedoch zu beachten, daß der Anfangswert der Wasserabgabe die während der ersten 3 Minuten nach dem Abtrennen eines Blattes beobachtete wirkliche, augenblickliche Transpirationsgröße ist. Dieser Wert ist mit den folgenden Verdunstungsgrößen derselben Kurve nicht unmittelbar zu vergleichen, weil letztere den Mittelwert der Transpiration für die jeweilige Wägungsperiode darstellen. Der augenblickliche Anfangswert mußte aber gleichwohl eingetragen werden, um von hier aus Einblick in den vollständigen Welkungsverlauf gewinnen zu können. Seine besondere Stellung ist in den Kurvenbildern durch eine gestrichelte Linie bis zum ersten Mittelwert angedeutet worden.

Der Mittelwertcharakter der übrigen Transpirationsraten besagt, daß die Verdunstung in dem betreffenden Zeitabschnitt sowohl größer als auch kleiner gewesen sein kann als der festgestellte und eingetragene Mittelwert. Wenn die Kurve also z. B. einen Anstieg zeigt, ist daraus nur abzuleiten, daß die Transpiration größer geworden ist. Der Kurvenhöhepunkt gibt aber keine Auskunft darüber, wie groß der Anstieg war. Ist der Höhepunkt gleichzeitig Umkehrpunkt, so ist daraus zu schließen, daß die Verdunstung im Augenblick der Wägung bereits wieder abnahm. Der tatsächlich erreichte Höhenwert muß also mehr oder weniger darüber gelegen haben.

Es wäre natürlich sehr wertvoll gewesen, durch schneller aufeinanderfolgende Wägungen dem tatsächlichen Höhepunkte näher zu kommen. Dies mußte jedoch deshalb unterbleiben, weil durch zu häufiges Öffnen der Verdunstungsgefäße die Luftfeuchtigkeit in denselben zu sehr geschwankt hätte. Um wenigstens für den größten Teil der Welkungsperioden gleiche Luftfeuchtigkeit zu erhalten, durften daher die Wägungsabschnitte nicht kleiner als eine Stunde gewählt werden.

III. Die Versuche.

A. Versuche mit dunkel gehaltenen Pflanzen.

Wir wenden uns nunmehr zunächst den Versuchen zu, auf welche die Pflanzen durch einen etwa fünfzehnstündigen Aufenthalt im dunklen Versuchsraum vorbereitet worden waren, und bei denen mit anfangs völligem Verschuß der Stomata gerechnet werden durfte. Der Welkungsverlauf bei den verschiedenen Wuchsformen wird jeweils an einem Kurvenbild geschildert werden, das als Beispiel aus einer ganzen Reihe gleichsinnig verlaufener Experimente für die betreffende Versuchsreihe wiedergegeben ist. Soweit in einzelnen Versuchen besondere Beobachtungen gemacht worden sind, wird darauf im Text oder in Tabellen hingewiesen werden. Die Beispiele aus den Versuchsreihen mit Normalpflanzen werden zuerst gebracht, da sie wohl als Regel gelten können, von der aus das Verhalten der anderen, anschließend behandelten Wuchsformen verständlich wird.

1. Versuche mit Pflanzen des Normaltypus.

In der Abb. 1 ist ein Beispiel für das Welken von Blättern einer Normalpflanze über einer Kalziumchloridlösung im Thermostaten bei 27—29° C dargestellt. Die Welkungskurven der einzelnen Blätter zeigen auf den ersten Blick einen recht verschiedenartigen Verlauf. Achtet man jedoch auf die Zusammengehörigkeit je zweier Blätter zu einem Blattpaar und auf die Insertionshöhe der einzelnen Blattpaare am Stamm, so wird eine bestimmte Regelmäßigkeit erkennbar sowohl hinsichtlich der Anfangswerte als auch im Gesamtverlauf der Kurven.

Die Anfangswerte sind, wie oben bereits ausgeführt wurde, der Durchschnitt aus den in den ersten 3 Minuten ermittelten Transpirationsraten. In ihnen kommt also die in der Zeiteinheit wirklich festgestellte Wasserabgabe zum Ausdruck. Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß diese Werte daher nicht unmittelbar zu vergleichen sind mit den übrigen im Verlauf des Versuches gefundenen Tran-

Spezialstudien über die Entwicklung der kognitiven Fähigkeiten der Kinder im Zusammenhang mit der Entwicklung der Sprache und der motorischen Fähigkeiten. Die Ergebnisse dieser Studien sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

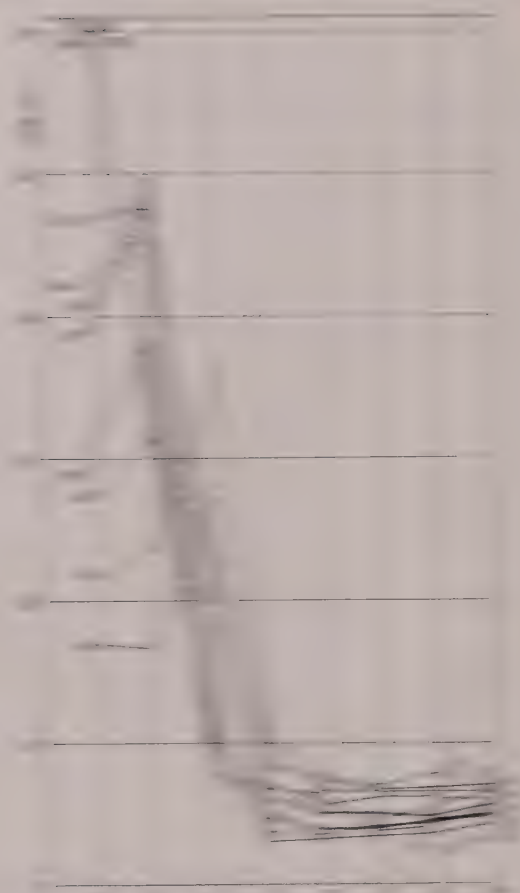


Abb. 1. Entwicklung der kognitiven Fähigkeiten im Alter von 0 bis 12 Jahren.

Die Entwicklung der kognitiven Fähigkeiten der Kinder ist ein komplexer Prozess, der von vielen Faktoren beeinflusst wird. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die kognitive Entwicklung der Kinder im Zusammenhang mit der Entwicklung der Sprache und der motorischen Fähigkeiten steht. Die Ergebnisse dieser Studie sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Ganz anders dagegen verläuft das Welken bei den folgenden Blattpaaren mit geringerer Anfangstranspiration. Bei ihnen tritt zunächst immer eine Steigerung der Wasserabgabe ein, die um so größer ist, je niedriger der Anfangswert liegt. Der Kurvenanstieg ist beim zweiten Blattpaar dem noch hohen Anfangswert entsprechend gering, er wird größer bei der dritten und vierten Blattfolge und erreicht den Höchstwert beim fünften Blattpaar und erst im Verlauf von zwei Stunden während der zweiten Wägungsperiode.

Die Größe der Transpirationszunahme gegenüber den Anfangswerten ist in Tab. 4 als Mittelwert aus den beiden gefundenen Werten für jedes Blattpaar eingetragen worden. Diese Werte steigen wohl vom zweiten zum fünften Blattpaar hin an; die Transpirationszunahme ist aber beim dritten Blattpaar nicht nur größer als beim zweiten, sondern auch größer als beim vierten Blattpaar. Damit scheint die Regel von der Einstufung des Transpirationsanstieges nach dem Blattalter durchbrochen. Es ist jedoch zu bedenken, daß die gefundenen Höchstwerte nicht als Maximalwerte der Transpiration für das betreffende Blattpaar gelten können, da der Verlust ja nur etwa Stunde um Stunde festgestellt wurde. Der wirkliche Höchstwert der Wasserabgabe braucht daher nicht mit den Scheitelpunkten der Kurven zusammenzufallen. Wenn man die in Spalte 3 der Tabelle angegebenen Zeiten betrachtet, nach welchen der eingetragene Höchstwert festgestellt wurde, kann man annehmen, daß z. B. beim zweiten Blattpaar, dessen höchste Transpirationsrate nach 72 Minuten im Durchschnitt um 21 Einheiten über dem Anfangswert liegt, die Transpiration im Augenblick der Wägung bereits wieder abnahm. Dahingegen wird etwa beim vierten Blattpaar, wo die Transpiration bereits nach 59 Minuten um 54 Einheiten gestiegen ist, zunächst noch mit einer weiteren Zunahme zu rechnen sein. Bei den Blattpaaren 3 und 5 darf die größte Annäherung zwischen gefundenem und tatsächlichem Höchstwert vermutet werden.

Tabelle 4.

Blattpaar	Mittl. Größe des Anstiegs	Höchstwert nach Minuten	Mittlerer Sukkulenzgrad
1	—	—	1,18
2	21	72	1,26
3	100	65	1,28
4	54	59	1,32
5	124	124	1,51

Dieses verschiedene Verhalten der einzelnen Blattpaare könnte in unterschiedlichen Wasserreserven bei ihnen begründet sein, derart etwa, daß die jüngsten Blätter auch den geringsten Wasservorrat besitzen. Welche Wasserreserve den Versuchsblättern auf die Flächeneinheit ohne erneute Wasserzufuhr zur Verfügung steht, kommt durch die in Spalte 4 der Tabelle angegebenen Sukkulenzgrade zum Ausdruck. Es zeigt sich in der Tat, daß das jüngste Blattpaar den geringsten Sukkulenzgrad besitzt, und daß dieser mit steigendem Blattalter zunimmt. Aus einem Vergleich der mittleren Sukkulenzgrade mit den entsprechenden Größen des Transpirationsanstieges geht jedoch hervor, daß eine unmittelbare Beziehung zwischen den beiden Werten nicht besteht.

Verhalten sich also die einzelnen Blattpaare in den ersten Versuchsstunden recht unterschiedlich, so stimmen alle darin überein, daß sie fast von derselben Zeit an einen konstanten Verlustwert aufweisen. Die bisher beobachteten Unterschiede im Kurvenverlauf der Blattpaare sind nach etwa 3 Stunden ziemlich ausgeglichen. Im weiteren Versuchsabschnitt, der noch 4 Stunden umfaßt, liegen die Transpirationsraten aller Blätter nahe beieinander, so daß die Kurven trotz einiger Schwankungen nach oben und unten im allgemeinen horizontal ausfallen. Zu beachten ist, daß in diesem Abschnitt eine Umkehrung in der Reihenfolge der Blattpaare nach der Höhe der Transpirationswerte gegenüber den ersten Versuchsstunden eingetreten ist. Das älteste Blattpaar mit den niedrigsten Anfangswerten hat jetzt die größten Gewichtsverluste; je jünger die Blattpaare sind, um so kleiner sind im letzten Versuchsabschnitt die Verdunstungswerte.

Zur Verdeutlichung der Transpirationsverminderung während des Welkens sind in Tab. 5 die Wassermengen zusammengestellt, welche von jedem Blatte innerhalb der ersten 3—4 Stunden sowie bis zum Versuchsabschluß absolut und in Prozenten des Frischgewichtes abgegeben wurden. Wie sich hier zeigt, ist im ersten Versuchsabschnitt, nach welchem die Kurven in den Horizontalverlauf abbiegen, von allen Blättern etwa die gleiche Wassermenge, im Gesamtdurchschnitt 4,16 % des Frischgewichtes, abgegeben worden. Im zweiten Versuchsabschnitt beträgt die durchschnittliche Transpiration aller Blätter nur mehr 1,34 % des Frischgewichtes. Der Eintritt der Kurven in den horizontalen Verlauf ist also bei allen Blättern nach gleichem Wasserverlust erfolgt. Weiterhin fällt auf, daß dieser Verlust von allen Blättern etwa in derselben Zeit

erreicht wird, ohne Rücksicht darauf, wie die Kurven bis dahin verlaufen sind. Bei den jüngsten Blättern geht, wie Abb. 1 zeigt, der größte Teil der Wassermenge in den ersten Minuten verloren, so daß die Wasserabgabe sehr früh stark verringert wird. Bei den ältesten Blättern dagegen sind die anfänglichen Wasserverluste kleiner und erst im Verlaufe von 2—3 Stunden sind 4 % des Frischgewichts verdunstet. Jedenfalls wird ein im Wendepunkt der Kurven vermutlich liegender kritischer Zustand von allen Blättern nach der gleichen Zeit erreicht.

Tabelle 5.

Blatt	Wasserverlust in den ersten 3—4 Stunden			Wasserverlust im zweiten Welkungsabschnitt		
	mg	= % Frg.	Mittel	mg	= % Frg.	Mittel
1 a	69,0	3,92		30,2	1,71	
b	67,1	3,79	3,86	20,6	1,18	1,45
2 a	147,9	4,44		31,7	0,97	
b	148,3	4,63	4,54	26,3	0,84	0,91
3 a	107,5	3,75		33,6	1,18	
b	157,7	4,50	4,13	35,7	1,00	1,09
4 a	133,5	4,98		41,9	1,53	
b	89,7	3,92	4,45	32,0	1,39	1,46
5 a	66,3	3,39		31,9	1,84	
b	73,1	4,32	3,86	28,7	1,72	1,78
Gesamtdurchschnitt: 4,16						1,34

Eine ganze Reihe von Pflanzen der gleichen Wuchsform zeigten in weiteren, unter den gleichen Bedingungen angestellten Versuchen das gleiche Verhalten. Wesentliche Abweichungen davon waren auch nicht festzustellen, wenn die Blätter über Kalziumchloridlösung bei Zimmertemperatur welkten. Es hat sich allgemein ergeben, daß unter den dargelegten Bedingungen jeweils nur die jüngsten Blätter den bekannten, stetig abfallenden Transpirationsverlauf während des Welkens zeigen, daß dagegen die älteren Blätter mit Regelmäßigkeit zunächst die Wasserabgabe erhöhen, bevor ihre Transpirationsraten sich denen der jüngsten Blätter angleichen.

Falls allein die Welkungsgeschwindigkeit für das geschilderte Verhalten der Blätter maßgeblich gewesen wäre, würden bei einer Veränderung derselben, wie sie mit einer Verringerung des Dampf-

spannungsunterschiedes zwischen Blatt und Umgebung verbunden ist, andere Welkungskurven zu erwarten sein. Bei dem in Abb. 2 gezeigten Versuche sind die Blätter über einer Magnesiumnitratlösung bei 27—29° C gewelkt, über welcher das Defizit der Dampfspannung geringer ist als bei der ersten Versuchsreihe. Gleichwohl zeigt der Welkungsvorgang auf den ersten Blick kaum wesentliche Unterschiede gegenüber den über CaCl_2 -Lösung gefundenen Kurven, wenn man berücksichtigt, daß die hier allgemein niedrigeren Anfangstranspirationswerte unabhängig von der Lösung sind. Bei der Anfangstranspiration lassen sich im übrigen für die zu einem Blattpaar gehörigen Blätter wieder ähnliche Werte feststellen, die mit Ausnahme des Anfangswertes beim vierten Blattpaar auch der

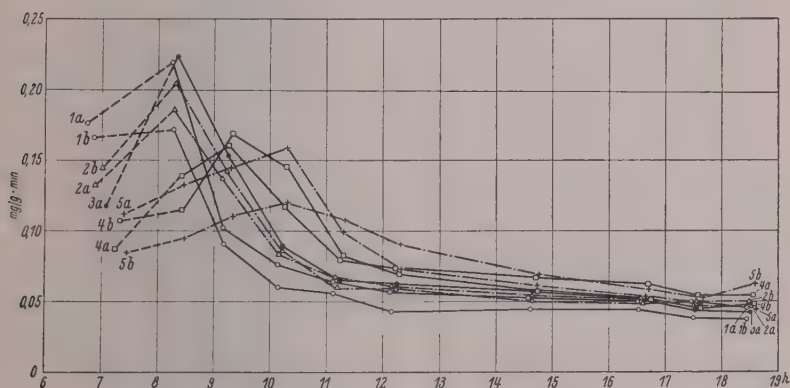


Abb. 2. Normalpflanze, gewelkt über $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -Lösung bei 27—29° C.

Insertionshöhe entsprechend aufeinanderfolgen. Der mittlere Anfangswert des vierten Blattpaares liegt um ein Geringes vor der Anfangstranspiration des dritten Blattpaares. Aus einer in Tab. 6 wiedergegebenen Zusammenstellung von mittleren Anfangswerten dreier Versuche ist zu erkennen, daß solche geringen Abweichungen in der Reihenfolge der Werte auch bei anderen Versuchen derselben Reihe zu beobachten waren; sie sind jedoch immer in so engen Grenzen geblieben, daß die allgemeine Regel von der dem Blattalter entsprechenden Anordnung der Werte ihre Geltung behält. Aus der Zusammenstellung geht weiterhin hervor, daß besonders in den Beispielen B und C die Anfangstranspirationen kleiner sind, als bisher beobachtet wurde. Offenbar ist dies auf die etwas größere Sukkulenz der Blätter zurückzuführen, die jeweils mit eingetragen worden ist.

Jedenfalls finden sich relativ niedriger Sukkulenzgrad und höherer Anfangswert jeweils bei demselben, dem jüngsten Blattpaar. Wo die Anfangstranspiration wie im Versuch C besonders für das erste Blattpaar auffallend klein bleibt, sind bereits die jüngsten Blätter außergewöhnlich sukkulent.

Tabelle 6.

Blatt- paar	Versuch A		Versuch B		Versuch C	
	Mittl.	Mittl. Sukk.-Grad	Mittl.	Mittl. Sukk.-Grad	Mittl.	Mittl. Sukk.-Grad
	Anfangs- wert mg/g · min		Anfangs- wert mg/g · min		Anfangs- wert mg/g · min	
1	0,777	1,11	0,260	1,20	0,171	1,36
2	0,354	1,22	0,095	1,27	0,139	1,35
3	0,164	1,35	0,080	1,42	0,119	1,39
4	0,117	1,31	0,047	1,46	0,098	1,41
5	0,125	1,50	0,088	1,42	0,099	1,59

Die über $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -Lösung geringere Dampfspannungsdifferenz kann erst im Verhalten der Blätter während des Welkungs Vorganges zum Ausdruck kommen. Abgesehen von den jüngsten Blättern ist hierbei überall wiederum eine Transpirationssteigerung gegenüber den Anfangswerten eingetreten. Wenn die Transpirationsraten nun weniger hohe Werte erreichen als über der Kalziumchloridlösung, so ist darin die Auswirkung sowohl des geringeren Dampfdruckunterschiedes Blatt: Umgebung als auch der etwas größeren Sukkulenz der Blätter zu sehen. Auf diese beiden Faktoren ist ferner zurückzuführen, daß das Ansteigen der Transpiration längere Zeit anhält und daß die Welkungskurven etwa eine Stunde später als bei den bisherigen Versuchen in den Horizontalverlauf abbiegen. Sukkulenz und Herabsetzung des Dampfdruckunterschiedes wirken demnach in derselben Richtung. Bis zum Übergang in den horizontalen Kurvenabschnitt sind bemerkenswerterweise wiederum 3–4 % des Frischgewichts an Wasser verloren gegangen.

Die Welkungskurven des Beispiels für die Versuchsreihe mit $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -Lösung weichen also nur insoweit von den bei den ersten Versuchen gemachten Beobachtungen ab, als es nach der geringeren Dampfspannungsdifferenz zu erwarten ist. Wenn die $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -Lösung bei Zimmertemperatur aufgestellt war, kamen wesentliche Abweichungen von diesem Verhalten der Blätter nicht vor. Somit ist aus den Untersuchungen über das Welken der Normalpflanzen zusammenfassend folgendes zu entnehmen:

1. Die Anfangswerte der Transpiration, die unmittelbar nach dem Abtrennen der Blätter von der Pflanze ermittelt wurden und für die Zeiteinheit festgestellte, von der Dampfdruckerniedrigung über den Lösungen noch unbeeinflusste Transpirationsraten darstellen, sind in bestimmter Weise geordnet. Die jüngsten Blätter haben in der Regel die höchste Anfangstranspiration, und die folgenden Blattpaare setzen mit Anfangswerten ein, welche sich in der Reihenfolge der Insertion der Blätter am Stamm aneinander anschließen. Selbst wenn diese Regel in Einzelfällen durchbrochen wird, kann stets festgestellt werden, daß die anfängliche Wasserabgabe je zweier zu einem Blattpaare gehöriger Blätter sehr nahe beieinander liegende Werte hat.

2. Der allgemein bekannte Welkungsverlauf, bei dem die Wasserabgabe von Stunde zu Stunde abnimmt, so daß die Welkungskurven von einem Anfangswert her stetig abfallen, ist nur nach sehr hohen Anfangstranspirationen zu beobachten. In der Regel fallen daher meist nur die Welkungskurven der jüngsten Blätter stetig ab. Bei allen anderen Blättern tritt während der ersten oder auch noch zweiten Stunde des Welkens zunächst eine Transpirationszunahme gegenüber dem Anfangswert ein. Erst danach werden die stündlichen Transpirationsraten fortlaufend kleiner.

3. Der gesamte Welkungsverlauf, der während 10—12 Stunden beobachtet wurde, ist deutlich in zwei Abschnitte gegliedert. Im ersten Abschnitt sind die von Stunde zu Stunde festgestellten Transpirationsraten sehr unterschiedlich. Der zweite Welkungsabschnitt ist dagegen gekennzeichnet durch kleine stündliche Transpirationsraten, die nicht mehr wesentlich voneinander abweichen. Bis zum Beginn dieses Abschnittes haben die Blätter stets 3—4 % des Frischgewichts an Wasser verloren, wie auch immer die Welkungskurven bis dahin verlaufen sind. Während des zweiten Welkungsabschnittes tritt eine Umkehrung der Reihenfolge der Blattpaare gegenüber dem ersten Abschnitt ein. Die ältesten Blätter geben hier nämlich im allgemeinen mehr Wasser ab als die bisher stärker transpirierenden jüngeren Blätter, was auf die Beziehungen zwischen Welkungsverlauf und Wasserreserve hindeutet.

2. Versuche mit „Winterpflanzen“.

Die bisher besprochenen Versuche haben eindeutig gezeigt, daß die anfangs gestellte Frage nach der Erhöhung der Transpiration

beim Welken positiv beantwortet werden muß. Über dieses Verhalten liegen jedoch bisher in der Literatur fast nur Vermutungen, aber keine ausreichenden experimentellen Beweise vor. Dabei ist die Zahl der einschlägigen Veröffentlichungen nicht gering und auch die Beobachtung des Welkungsverlaufes ist von manchen Autoren über genügend lange Zeiträume verfolgt worden, um die beschriebenen Erscheinungen eintreten zu lassen.

Es liegt daher die Vermutung nahe, daß ein Ansteigen der Transpiration beim Welken durchaus nicht etwa ganz allgemein eintritt, sondern daß es nur bei ganz bestimmten Arten oder auch nur unter ganz bestimmten Außenbedingungen vorkommt. Bei *Coleus* haben allerdings sämtliche Versuche aus der vorher geschilderten Versuchsperiode das gleiche Ergebnis gezeitigt. Man müßte nach diesen Versuchen also annehmen, daß mindestens bei dieser Versuchsart ein Ansteigen das Normale ist. Aber selbst für *Coleus* müssen wir eine Einschränkung machen. Denn auch bei dieser Art konnte zu anderen Zeiten unter sonst vollständig gleichen Außenbedingungen und bei gleicher Versuchstechnik ein Ansteigen nicht oder nur schwach beobachtet werden.

Die Versuche für diese Arbeit wurden bereits im Herbst begonnen und den ganzen Winter hindurch fortgesetzt. Da immer nur möglichst gleich altes Material benutzt werden sollte, wurden mehrere Aussaaten vorgenommen. Die erste fand im August 1933 statt. Mit den Untersuchungen von Blättern dieser Gruppe wurde im Dezember begonnen. Im ganzen wurden etwa 400 Blätter zum Welken gebracht und beobachtet. Aber es wurde in keinem einzigen Falle die erwartete Transpirationserhöhung gefunden. Diese Ergebnisse hätten sicher zu einer Verneinung der Frage geführt, wenn nicht durch Vorversuche an derselben Art bereits festgestellt wäre, daß ein Anstieg tatsächlich deutlich beobachtet werden kann. Da es sich bei dem Verhalten der Winterpflanzen also sicherlich um die Folge irgendeines bestimmten strukturellen Unterschiedes handelt, haben auch diese negativen Befunde Bedeutung: es mögen daher auch von ihnen einige besprochen werden.

In den Abb. 3 und 4 sind beispielsweise zwei Versuche aus dem Monat Dezember dargestellt, in denen die Blätter der vorher dunkel gehaltenen Pflanze bei Zimmertemperatur über CaCl_2 - bzw. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -Lösung welkten. In beiden Fällen ist keinerlei Beziehung zwischen der Größe der Anfangstranspiration und der Insertionshöhe der betreffenden Blätter zu erkennen. Der gesamte Welkungsverlauf

erscheint als für alle Blätter einheitlicher Vorgang, bei dem die Transpiration mehr und mehr eingeschränkt wird. Die Tendenz zu stetigem Abfallen der Kurven bleibt daher auch dort noch deutlich vorherrschend, wo vorübergehend eine kleine Zunahme der Tran-

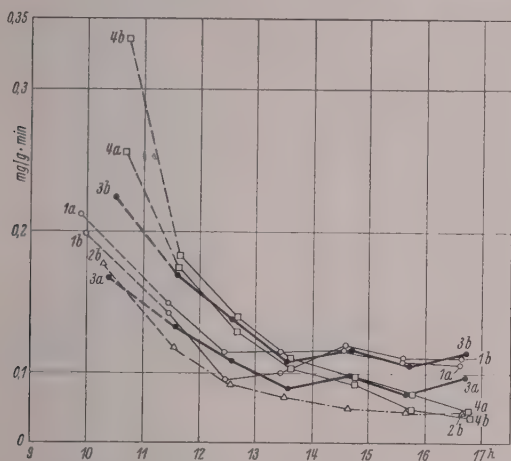


Abb. 3. Winterpflanze, gewelkt über CaCl_2 -Lösung bei $17-19^\circ \text{C}$.

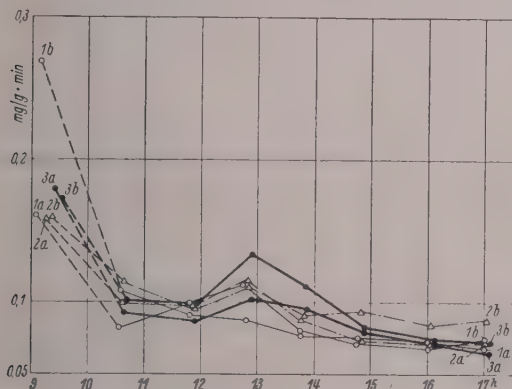


Abb. 4. Winterpflanze, gewelkt über $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -Lösung bei $17-19^\circ \text{C}$.

spiration wie im Versuch 4 stattgefunden hat. Es liegt lediglich eine gewisse Parallelität der Welkungskurven bei den beiden Blättern je eines Blattpaares vor.

Dieselbe Tendenz zu fortschreitender Transpirationseinschränkung war in weiteren Versuchen dieser Gruppe zu beobachten. Die

Kurven ergaben hier also das allgemein bekannte Bild eines Welkungsprozesses. Allerdings wurden in dieser Reihe nur Versuche bei Zimmertemperatur vorgenommen, so daß nichts darüber ausgesagt werden kann, ob bei höherer Temperatur, also schnellerem Welken, nicht doch vielleicht wenigstens ein schwacher Anstieg zu

Abb. 5.
Winterpflanze,
gewelkt über
NaCl-Lösung bei
17–19° C.

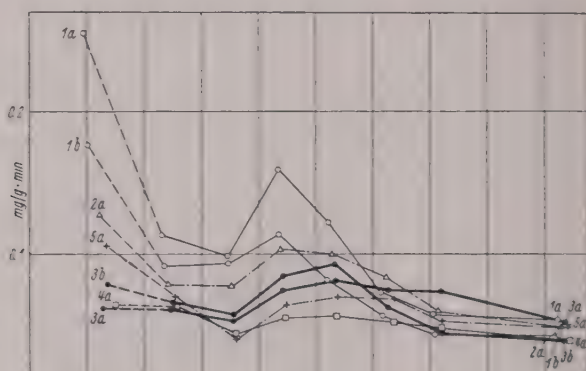
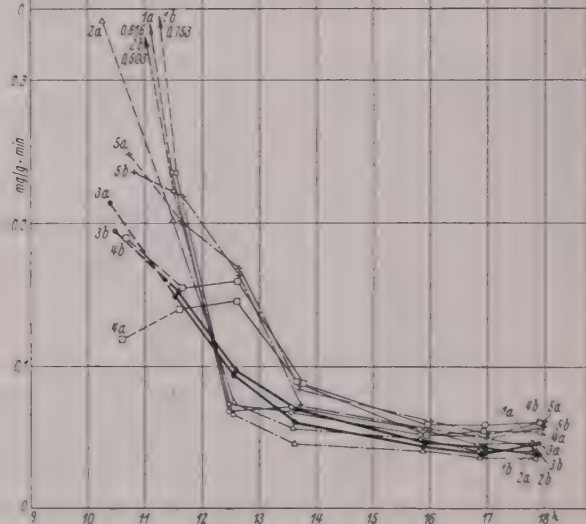


Abb. 6.
Winterpflanze,
gewelkt über
NaCl-Lösung bei
27–29° C.



beobachten gewesen wäre. Schließlich zeigte sich aber auch bei Zimmertemperatur in Versuchen, die im Januar und Februar angestellt wurden, ein Ansteigen der Transpiration, das aber durchaus nicht mit der geschilderten Regelmäßigkeit der ersten Versuchsreihe auftrat. Ein Beispiel aus dieser Versuchsgruppe bringt Abb. 5.

Die Blätter welkten nach vorheriger Verdunkelung über NaCl-Lösung. Obwohl das Welken auch hier nur langsam erfolgen konnte, haben sich ganz andere Kurven ergeben. Es fällt sogleich der allgemein eingetretene Kurvenanstieg während des Welkens auf. Dem Anwachsen der Transpiration folgt eine entsprechend schärfere Einschränkung derselben, durch welche der Welkungsvorgang sich im Kurvenbild deutlich in zwei Abschnitte gliedert. Die Transpirationsraten der einzelnen Blattpaare sind jedoch nicht so geordnet, daß eine Beziehung zwischen Blattalter und Größe der Transpiration zu erkennen wäre.

Größere Ähnlichkeit mit den an Normalpflanzen der Sommerkultur gemachten Beobachtungen konnte erst in der nächsten Versuchsreihe gefunden werden. Die Blätter dieser im März untersuchten Pflanzen hatten sich erst in den Monaten Januar—März entwickelt, in denen die Lichtverhältnisse gegenüber den Wintermonaten sich bessern.

An dem in Abb. 6 gezeigten Beispiele ist zunächst zu erkennen, daß die Ordnung der Anfangswerte der Transpiration nahezu der Folge der Insertion entspricht. Trotz der Temp. von 27—29° C verlaufen aber die Transpirationskurven der hier über NaCl-Lösung welkenden Blätter im wesentlichen unter stetiger Transpirationseinschränkung vom höheren Anfangswert zum kleineren Endwert. Das vierte Blattpaar zeigt auch einen schwachen Transpirationsanstieg.

Daß die vorübergehende Transpirationszunahme hier aber auch fast allgemein eintreten kann, ist aus dem in Abb. 7 als weiterem Beispiel wiedergegebenen Versuche zu erkennen. Die Transpirationssteigerung erreicht in der ersten Versuchsstunde einen Höchstwert, von dem aus die Kurven fortlaufend abfallen.

Diese wenigen Beispiele aus der großen Versuchsreihe mit Winterpflanzen genügen, um in ihrem Zusammenhang zu zeigen, daß die Welkungskurven von den Winter- zu den Frühjahrsmonaten hin allmählich differenzierter werden. In den Dezemberversuchen fehlt jeder Transpirationsanstieg; ein solcher tritt erst in den vom Januar an vorgenommenen Versuchen auf, und zwar um so regelmäßiger, je später die Versuche stattgefunden haben. Die Differenzierung wird demnach um so größer, je länger die Versuchspflanzen bei sonst im Gewächshaus unveränderten Wachstumsbedingungen den mit der Jahreszeit zunehmenden Lichtgenuß haben konnten. Diese Beobachtung legte den Gedanken nahe, daß die mit Umwelt-

einflüssen verbundenen Strukturunterschiede den Verlauf des Welkens weitgehend bestimmen. Um das noch weiter zu prüfen und womöglich die Ursachen des ungleichen Verhaltens kennenzulernen, wurden neben den Normalpflanzen, deren Welkungs-kurven zuerst beschrieben worden sind, Pflanzen des erwähnten Feuchttypus und des Trockentypus herangezogen. Über die Versuche mit diesen Wuchsformen wird im folgenden Abschnitt berichtet werden.

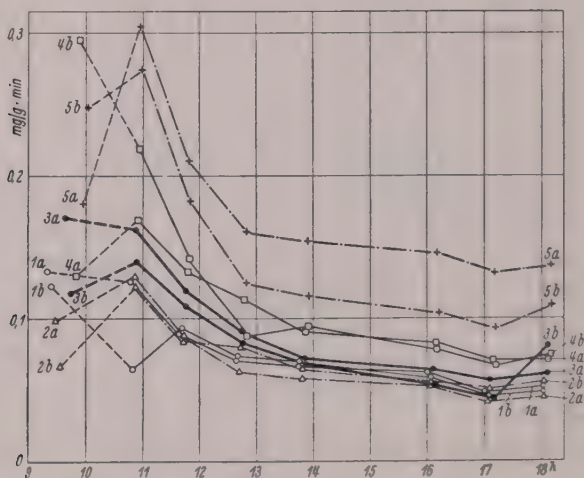


Abb. 7. Winterpflanze, gewelkt über $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -Lösung bei $27\text{--}29^\circ\text{C}$.

3. Versuche mit Pflanzen des Trocken- und Feuchttypus.

Die Welkungsversuche mit Pflanzen des Trockentypus wurden in der vorbeschriebenen Weise über den drei Lösungen durchgeführt. Im allgemeinen stimmten die Ergebnisse mit den Beobachtungen an Normalpflanzen überein, so daß davon abgesehen werden kann, aus dieser Versuchsreihe Kurvendarstellungen zu bringen. Jedoch wiederholten sich in allen Versuchen einige Besonderheiten, die als kennzeichnend für die Wuchsform gelten müssen und an Hand einiger Tabellen dargelegt werden sollen.

Zunächst waren bei den untersuchten Trockenpflanzen allgemein höhere Anfangstranspirationswerte festzustellen als bei Normalpflanzen. Die Unterschiede sind aus Tab. 7 zu erkennen, in der zum Vergleich die mittleren Anfangswerte von zwei Normalpflanzen aus der Frühjahrskultur den entsprechenden Werten von zwei

Trockenpflanzen aus derselben Wachstumszeit gegenübergestellt sind. Die Tabelle gibt zugleich darüber Aufschluß, daß diese Werte auch für die Trockenpflanzen in der Reihe der Insertion von oben nach unten aufeinanderfolgen.

Tabelle 7.

Blattpaar	Normalpflanzen mittlerer Anfangsw.		Trockenpflanzen mittlerer Anfangsw.	
	Versuch 7 mg/g · min	Versuch 9 mg/g · min	Versuch 22 mg/g · min	Versuch 23 mg/g · min
1	0,777	0,171	0,998	1,069
2	0,354	0,139	0,634	0,571
3	0,164	0,119	0,498	0,234
4	0,117	0,098	0,340	0,103
5	0,125	0,099	0,325	0,080

Im Kurvenverlauf bestand wiederum die früher beobachtete Übereinstimmung der Kurven zweier ein Blattpaar bildender Blätter. Dabei war der bei den Normalpflanzen gefundene Transpirationsanstieg gegenüber dem Anfangswert ebenfalls festzustellen. Jedoch hatte noch das zweite Blattpaar vom Anfangswert an ununterbrochen abfallende Transpiration. Erst beim dritten Blattpaar war das Ansteigen der Transpirationskurven in der ersten Stunde des Welkens eingetreten; es blieb hier zunächst noch so gering wie beim zweiten Blattpaar der Normalpflanzen und nahm für die folgenden Blattpaare allmählich zu. Nach dem Ansteigen der Transpiration fielen die Kurven scharf ab. Bereits nach etwa 3 Stunden gingen sämtliche Welkungskurven in den Horizontalverlauf über, womit der Welkungsvorgang wiederum deutlich in zwei Abschnitte gegliedert erscheint.

Bis zum Kurvenwendepunkt hatten die Trockenpflanzen erheblich mehr Wasser abgegeben als die Normalpflanzen. Die Verhältnisse sind in Tab. 8 durch Gegenüberstellung der mittleren Wasserverluste bei beiden Wuchsformen verdeutlicht worden. Als Beispiel für den Normaltypus dienen die schon in Tab. 7 zum Vergleich herangezogenen Pflanzen. Für die Trockenpflanzen sind in der Tabelle außerdem die Sukkulenzgrade angegeben, die erwartungsgemäß größer sind als bei den Normalpflanzen. Eine Umkehrung der Reihenfolge der Welkungskurven im zweiten Welkungsabschnitt war nicht eingetreten.

Tabelle 8.

Blattpaar	Mittlerer Wasserverlust im Kurvenwendepunkt				Mittlerer Sukkulenzgrad	
	Vers. 7	Vers. 9	Vers. 22	Vers. 23	Vers. 22	Vers. 23
	nach 4 Stdn. % Frgw.	nach 4 Stdn. % Frgw.	nach 3 Stdn. % Frgw.	nach 3 Stdn. % Frgw.		
1	3,33	3,05	5,09	4,02	1,44	1,53
2	3,35	3,24	4,99	3,65	1,10	1,52
3	3,28	3,44	4,95	4,10	1,36	1,37
4	3,37	3,19	4,26	3,55	1,86	1,41
5	3,52	2,81	4,14	3,92	1,42	1,44

Aus dem geschilderten Verhalten der Trockenpflanzen bleibt somit besonders zu beachten, daß die Transpirationszunahme zu Beginn des Welkens auch hier festgestellt wurde, und zwar war sie bei den drei älteren Blattfolgen stets zu beobachten, während die beiden jüngsten Blattpaare den bekannten, stetig abfallenden Verlauf der Welkkurven zeigten.

Wir wenden uns nunmehr den Versuchen mit Blättern von Pflanzen des Feuchttypus zu. Da die Welkkurven hier erheblich von den bisherigen Versuchsreihen abweichen, werden in den folgenden Abbildungen einige Beispiele dargestellt und dabei ausführlicher besprochen.

In dem mit Abb. 8 wiedergegebenen Versuch welkten die Blätter über Kalziumchloridlösung bei 27—29° C. Die hier eingetragenen Anfangstranspirationen der einzelnen Blätter und Blattpaare, die ja von der Dampfspannung über der Salzlösung noch unabhängig sind, folgen im Gegensatz zu den bisherigen Beobachtungen nicht in einer dem Blattalter entsprechenden Weise von oben nach unten aufeinander. Vielmehr ist die anfängliche Wasserabgabe der Blätter des ältesten Blattpaares und eines Blattes des vierten Blattpaares sehr der höchsten Anfangstranspiration angenähert, die sich wie bisher beim jüngsten Blattpaar findet. Die mittleren Blattfolgen setzen mit kleineren Transpirationsraten ohne bestimmte Ordnung ein.

Unter dem Einfluß des Dampfspannungsunterschiedes über der Salzlösung fallen die Welkkurven derjenigen Blätter, die von einem höheren Anfangswert ihren Ausgang nehmen, von Stunde zu Stunde fortlaufend ab. Dabei werden die stündlichen Durchschnittsraten der Wasserabgabe allmählich kleiner, so daß nach etwa

4 Stunden die Kurven einen mehr horizontalen Verlauf nehmen. Der Übergang in diesen zweiten Abschnitt des Welkens ist jedoch meist nicht so deutlich gegen die erste Periode abgegrenzt, daß ein kritischer Punkt zwischen beiden Abschnitten erkennbar wird.

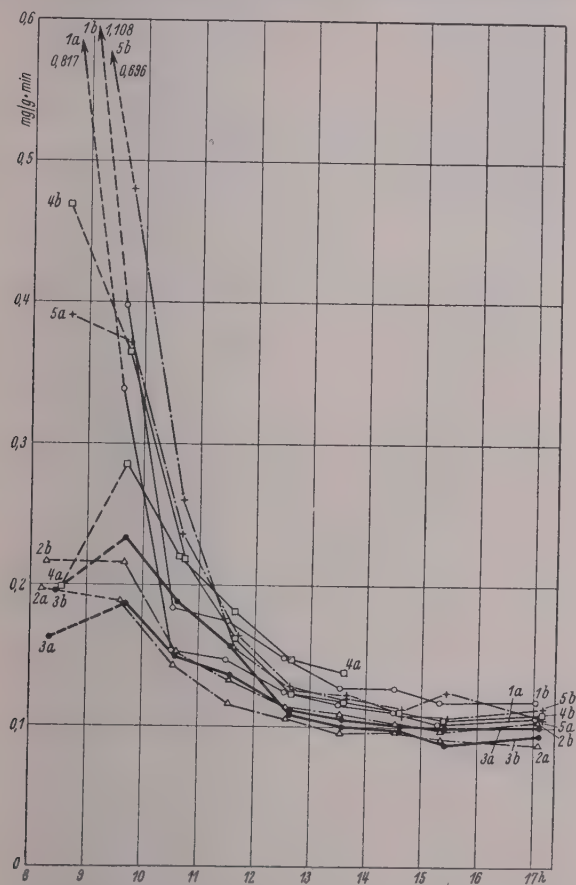


Abb. 8. Feuchtpflanze, gewelkt über CaCl_2 -Lösung bei $27-29^\circ \text{C}$.

Bei denjenigen Blättern, deren Anfangstranspiration kleinere Werte hat, ist wiederum in der ersten Versuchsstunde ein Anwachsen der Transpiration zu beobachten. Hierbei werden sehr verschiedene Höchstwerte erreicht, die aber weder zu den entsprechenden Anfangswerten, noch zur Insertionshöhe der betreffenden Blätter eine Beziehung erkennen lassen. Dem vorübergehenden Transpirations-

anstieg folgt die Einschränkung der Wasserabgabe und der Übergang in den zweiten Welkungsabschnitt wie bei den übrigen Blättern. Eine den Beobachtungen an den Normalpflanzen vergleichbare Regel in der Abstufung der Transpirationsgrößen für die einzelnen

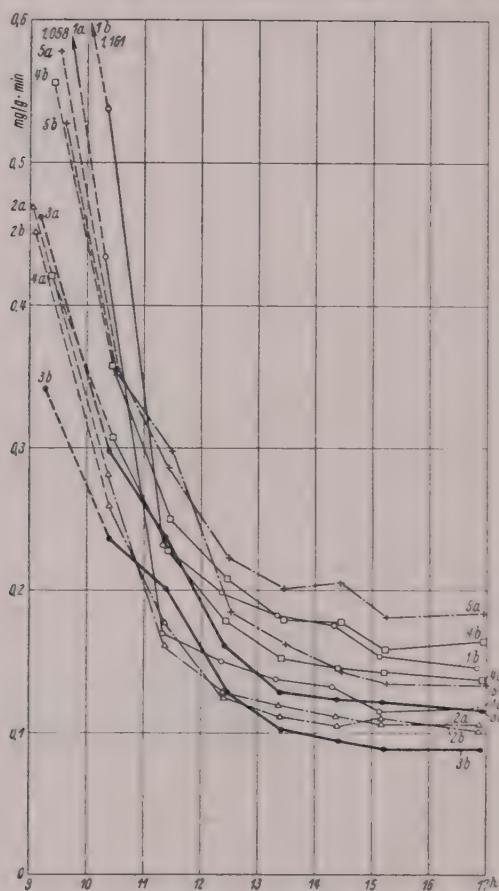


Abb. 9. Feuchtpflanze, gewelkt über NaCl-Lösung bei 27—29° C.

Blattfolgen ist auch während der zweiten Welkungsperiode nicht eingetreten.

Ganz allgemein sind somit die für den Normal- und Trockentypus sowohl bei der Anfangstranspiration als auch während des Welkens deutlichen Beziehungen der Wasserabgabe zum Blattalter an den Blättern des Feuchttypus nicht festzustellen. Vielmehr sind

die meisten Blätter ohne Rücksicht auf das Blattalter mit stetig abnehmenden Transpirationsraten gewelkt; wo ein Transpirationsanstieg während des Welkens zu beobachten war, ist er gering geblieben.

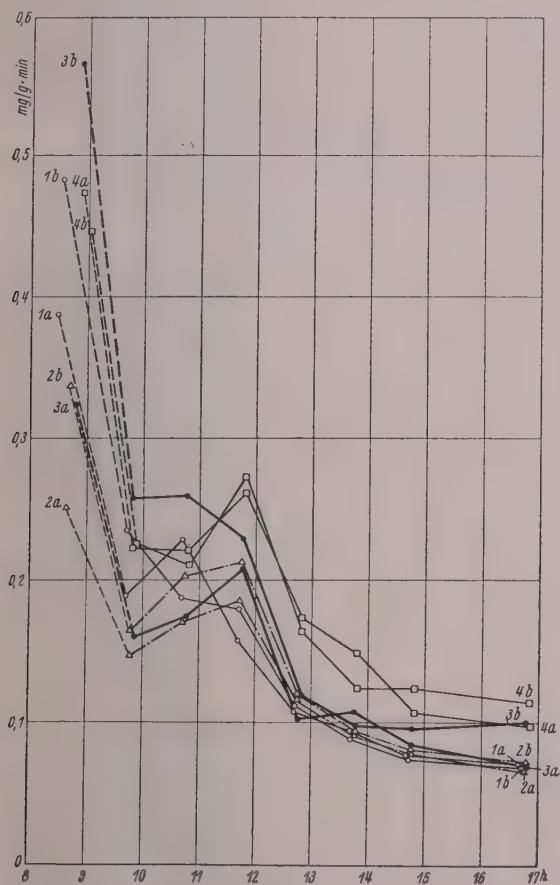


Abb. 10. Feuchtpflanze, gewelkt über NaCl-Lösung bei 17–19° C.

Dieses für alle Blätter einer Feuchtpflanze ziemlich gleichartige Verhalten konnte in allen Versuchen mit dieser Wuchsform festgestellt werden, auch wenn das Welken über $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ - oder NaCl-Lösung vor sich ging. In Grenzfällen, von denen die Abb. 9 und 10 aus den Versuchen über NaCl-Lösung je ein Beispiel geben, sind entweder die Welkungskurven aller Blätter vom Anfangswerte her

fortlaufend abgefallen, oder es ist fast allgemein ein vorübergehender, freilich nur kleiner Transpirationsanstieg erfolgt. Beziehungen der Transpirationsraten zum Blattalter oder zu den Anfangswerten sind dabei nicht erkennbar. Immerhin zeigt sich, daß die Transpiration auch beim Feuchttypus während des Welkens vorübergehend ansteigen kann.

Wenn man nun die Beobachtungen an den verschiedenen Wuchsformen mit Einschluß der „Winterpflanzen“ zusammen betrachtet, erscheint die Annahme bestätigt, daß die Wachstumsbedingungen auf das Verhalten der Pflanzen während des Welkens entscheidenden Einfluß haben. Die verschiedenen Standortverhältnisse für die in den Frühlingsmonaten herangewachsenen Pflanzen haben sich dahin ausgewirkt, daß der Welkungsverlauf des Trockentypus trotz der festgestellten Abweichungen dem des Normaltypus ähnlich bleibt, während die Pflanzen des Feuchttypus in der Art des Welkens den Winterpflanzen am nächsten kommen. Die Ähnlichkeit im Verhalten der letztgenannten Typen erklärt sich wohl daraus, daß die Winterpflanzen in erster Linie als Schattenpflanzen aufzufassen sind, und daß auch die Feuchtpflanzen als solche gelten können. Diese sind im sog. Aquarium bei höchster Luftfeuchtigkeit herangewachsen und haben dabei infolge der starken Berankung nur relativ gedämpftes Licht erhalten. Daraus erklärt sich auch der für diesen Typus kennzeichnende hohe Wuchs und die offenbar große Empfindlichkeit gegen Wasserverluste, welcher das Vorherrschen der fortlaufend abfallenden Welkungskurven zuzuschreiben ist.

B. Versuche mit Hellpflanzen.

Nach den bisher geschilderten Versuchen ist die Frage, ob während des Welkungsverlaufs ein Transpirationsanstieg eintreten kann, für die Versuchspflanze zu bejahen. Im Laufe der Untersuchungen hat sich aber gezeigt, daß dieser Transpirationsanstieg sehr verschiedene Werte annimmt. Und zwar ist er im allgemeinen um so größer, je niedriger die Anfangstranspiration des betreffenden Blattes ist; er bleibt bei den jüngsten Blättern, welche meist die relativ höchste Anfangstranspiration haben, in der Regel aus. Daraus ist zu folgern, daß die Transpiration nur ansteigen kann, wenn der Wasserverlust innerhalb einer gewissen Frist eine bestimmte Grenze nicht überschreitet. Bei dieser Annahme erhebt sich die Frage, ob die Transpirationssteigerung bei den Blättern aller Insertionsstufen

unterbleibt, wenn die Blätter von vornherein allgemein sehr viel Wasser verlieren, d. h. wenn alle Blätter entsprechend höhere Anfangstranspirationen aufzuweisen haben.

Um diese Frage zu klären, wurden in einer Reihe von Versuchen Pflanzen des Normal- und Feuchttypus bis unmittelbar vor Versuchsbeginn im Tageslicht belassen. Die Spaltöffnungen dieser Pflanzen, die kurz als Hellpflanzen bezeichnet worden sind, mußten bei Beginn der Untersuchung geöffnet sein; dementsprechend waren allgemein hohe Anfangstranspirationen zu erwarten. Die Versuche wurden im übrigen in ganz derselben Weise durchgeführt, wie es für die vordem untersuchten Pflanzen dargelegt wurde.

Tabelle 9.

	Blattpaar	1	2	3	4	5
Normal- typus	1. Mittl. Anfangswert Dunkelpflanze	0,344	0,213	0,154	0,149	0,103
	2. Mittl. Anfangswert Hellpflanze	1,292	0,752	0,518	0,237	0,221
	3. Verhältnis 1:2 in % von 1	376,2	353,5	337,0	159,0	214,5
Feucht- typus	4. Mittl. Anfangswert Dunkelpflanzen	0,700	0,251	0,313	0,398	0,544
	5. Mittl. Anfangswert Hellpflanzen	1,415	0,798	0,722	0,498	0,687
	6. Verhältnis 4:5 in % von 4	202,1	318,1	231,0	125,0	126,3

In Tab. 9 sind die bei den Versuchen gefundenen mittleren Anfangstranspirationen für die beiden Wuchsformen zusammengefaßt worden. Ganz den Erwartungen entsprechend liegen die Werte für die Hellpflanzen jeweils beträchtlich über denen der Dunkelpflanzen vom gleichen Typus. Es muß allerdings auffallen, daß die Transpiration der 3 jüngeren Blattpaare in beiden Fällen bedeutend mehr zugenommen hat als die Wasserabgabe des vierten und fünften Blattpaares. Wie sogleich noch darzulegen sein wird, erklärt sich dies daraus, daß sich die Spaltöffnungen der jeweils zuletzt von der Pflanze abgetrennten älteren Blätter während der Bearbeitung der jüngeren Blattfolgen teilweise geschlossen hatten.

Trotz der bedeutenden Erhöhung der Anfangstranspiration ist nun aber im Welkungsverlauf der vorübergehende Transpirations-

anstieg nicht ausgeblieben, sondern in den meisten Fällen wiederum eingetreten. Von 44 Blättern der untersuchten Normalpflanzen haben 36, d. h. 82 % die Wasserabgabe während des Welkens vorübergehend erhöht. 6 von diesen Blättern, deren Dreiminutenverlust bei Versuchsbeginn nur 0.03 % des Frischgewichts beträgt, steigerten die Transpiration sogleich vom Anfangswerte her; es handelt sich um die Blätter mit den relativ niedrigsten Anfangswerten. Die übrigen 30 Blätter schränkten die Wasserabgabe nach einem höheren Anfangsverlust zunächst ein und erst dann erfolgte ein Anwachsen der Verdunstung. Während dieser Einschränkungperiode haben die Blätter verschiedene Wassermengen verloren, so daß sich die in Tab. 10 eingetragenen Gruppen unterscheiden lassen. Nach dem größten Wasserverlust der Gruppen I und II tritt nur in Einzelfällen eine Transpirationszunahme ein. In den Gruppen III und IV bleibt der Wasserverlust gering; um so mehr nimmt die Transpiration in den folgenden Stunden zu. Weit aus die Mehrzahl der untersuchten Blätter ist in dieser Gruppe zu finden. Nur 8 Blätter, d. h. 18 %, haben vom Anfangswert her bis zum Versuchsabschluß fortlaufend abfallende Welkungskurven. Bei diesen Blättern beträgt der durchschnittliche Dreiminutenverlust zu Beginn des Versuches bereits 0.38 % des Frischgewichts; er ist zehnmal größer als der Anfangsverlust der Blätter, deren Welkungskurven sogleich in der ersten Stunde ansteigen.

Tabelle 10.

Gruppe	Höhe des Wasserverlustes % Frgw.	Festgestellt		Transpirations- anstieg in % des Vorwertes
		bei Anzahl	mit durch. % Frgw.	
I	4,00—3,00	3	3,50	141
II	3,00—2,00	2	2,52	161
III	2,00—1,00	9	1,40	160
IV	1,00—0	16	0,61	282

Abgesehen von diesen durch die Versuchsanordnung bedingten Besonderheiten hat das Welken denselben Verlauf genommen wie in den früheren Versuchen mit Pflanzen der entsprechenden Wachstumsform. Es sind daher nur zwei Beispiele dieser Gruppe in den Abb. 11 und 12 wiedergegeben worden, aus denen zu erkennen ist, daß hier wiederum die Anfangswerte in der Reihe der Insertion der Blätter

von oben nach unten aufeinanderfolgen, daß die Kurven zweier zu einem Blattpaar gehöriger Blätter weitgehend parallel verlaufen und daß der ganze Welkungsverlauf sich deutlich in zwei Abschnitte gliedert.

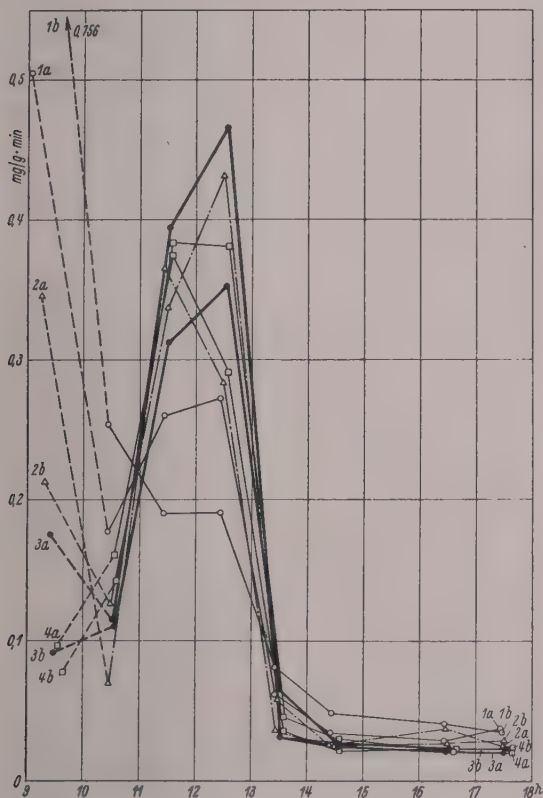


Abb. 11. Hellepflanze, gewelkt über NaCl-Lösung bei 17–19°C.

In Tab. 9 zeigt sich die Anfangstranspiration der 3 jüngeren Blattpaare ungefähr im gleichen Verhältnis gegenüber den entsprechenden Werten bei den Dunkelpflanzen erhöht, während die Transpirationszunahme der beiden älteren Blattfolgen geringer bleibt. Es ist angenommen worden, daß die Spaltöffnungen der älteren Blätter sich während der Bearbeitung der jüngeren Blattpaare infolge der geringen Helligkeit im Versuchsraum wieder mehr oder weniger geschlossen hatten; ist diese Annahme richtig, so muß

eine umgekehrte Reihenfolge in der Bearbeitung der Blätter auch eine Umkehrung der Reihe der Anfangswerte zur Folge haben.

Bei dem in Abb. 13 dargestellten Versuch ist mit der Abtrennung der Blätter von der Pflanze beim ältesten Blattpaar begonnen worden.

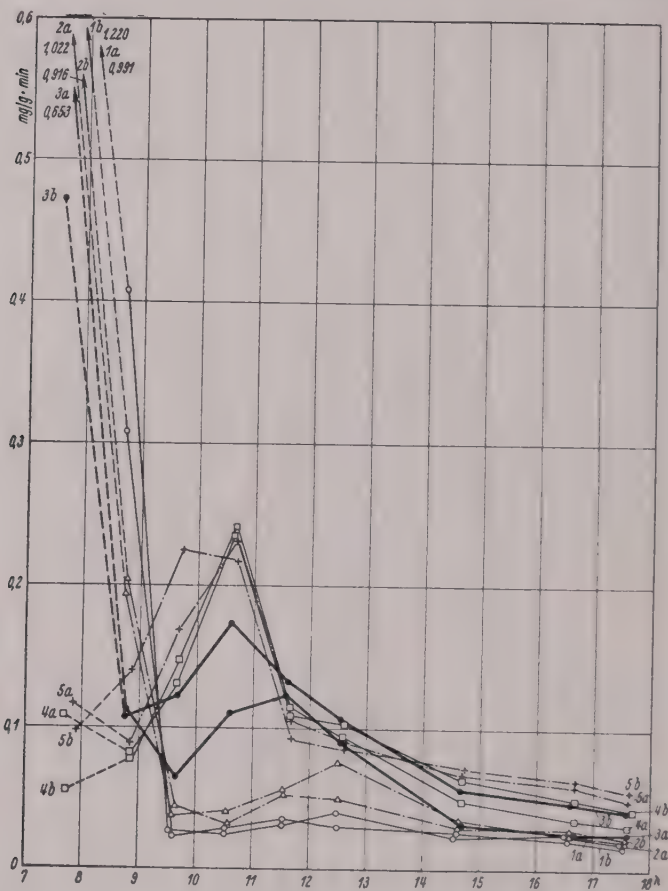


Abb. 12. Hellepflanze, gewelkt über $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ -Lösung bei $17-19^\circ\text{C}$.

In der Tat findet sich nun die höchste Anfangstranspiration beim ältesten, fünften Blattpaar. Nur ein Blatt des vierten Blattpaares hat noch einen ähnlichen Anfangswert aufzuweisen. Schon beim zweiten Blatt dieses Blattpaares, das 13 Minuten nach Beginn der Untersuchung gewogen wurde, hat ein Schließen der Stomata ein-

gesetzt, so daß die Anfangstranspiration erheblich kleiner ist. In der Nähe dieses Wertes bleiben auch die für die jüngeren Blattpaare danach festgestellten Anfangswerte, ohne dabei zunächst eine der Insertionshöhe entsprechende Anordnung erkennen zu lassen.

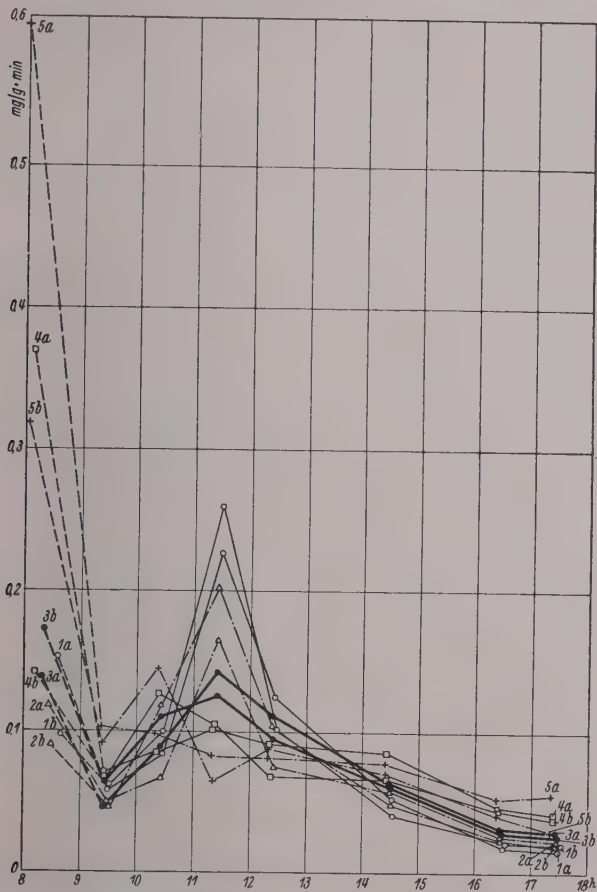


Abb. 13. Hellepflanze, gewelkt über CaCl_2 -Lösung bei $17-19^\circ \text{C}$.

Bei dieser Feststellung erhebt sich sogleich die Frage, ob die früher beobachtete Reihenfolge der Anfangswerte nach der Insertionshöhe der Blätter lediglich durch die Folge des Abtrennens derselben von der Pflanze und eine inzwischen eingetretene Spaltöffnungsreaktion zu erklären sei. Demgegenüber ist zunächst

darauf hinzuweisen, daß überall dort, wo bisher eine Beziehung zwischen Insertionshöhe und Anfangstranspiration beobachtet wurde, die Spaltöffnungen durch längeres Dunkelhalten der Pflanzen vor dem Versuche sämtlich etwa im gleichen Verhältnis geschlossen sein mußten. Die Voraussetzungen für eine augenblickliche Spaltöffnungsreaktion, welchen die Unterschiede der Anfangswerte zugeschrieben werden könnten, fehlen in diesen Fällen. Nur dann, wenn die Pflanzen mit offenen Spalten unmittelbar aus dem Tageslicht zum Versuch kommen, kann der Anfangswert der Transpiration durch eine Bewegung der Schließzellen noch in der kurzen Zeit von der ersten Wägung des ersten Blattes bis zur ersten Wägung des letzten Blattes beeinflußt werden.

Aber auch trotz der durch die Schließzellenbewegung herabgesetzten und verschobenen Anfangswerte bleiben noch der Insertionshöhe entsprechende Unterschiede bestehen, wie das vorliegende Beispiel zeigt. Die Feststellung des Anfangswertes für das dritte Blattpaar erfolgt nämlich 20 Minuten, für das zweite Blattpaar 29 Minuten und für das erste Blattpaar 39 Minuten nach der ersten Wägung beim Blatt 5a. Die Schließbewegung konnte also um so nachhaltiger eintreten, je höher das Blatt inseriert war, je länger es also im dunklen Versuchsraum blieb. Wenn nun gleichwohl die für die Blattpaare ermittelten Anfangswerte etwa in gleicher Höhe bleiben, oder wenn gar der Wert eines später untersuchten Blattes gegenüber früher gewogenen Blättern größer ist, wie z. B. die Werte der Blätter 1a und 1b gegenüber denen des zweiten und dritten Blattpaares, so ist daraus zu schließen, daß der jeweils zugehörige Anfangswert entsprechend höher gelegen haben muß. Aus dieser Überlegung und den festgestellten Transpirationswerten für die jüngeren Blattpaare im vorliegenden Versuche ergibt sich, daß die Reihenfolge der Anfangswerte auch hier zur Insertionshöhe in Beziehung steht. Diese Beziehung behält somit ihre allgemeine Bedeutung.

Für unsere Fragestellung ist es besonders wichtig, daß trotz der Verschiebung der Anfangswerte nach einer während der ersten Stunde allgemeinen Transpirationsabnahme eine vorübergehende Transpirationssteigerung eingetreten ist. Es wird darum nicht aus der Höhe der Anfangstranspiration unmittelbar auf das Eintreten oder Ausbleiben des vorübergehenden Transpirationsanstieges im Laufe des Welkens geschlossen werden können.

Außer Normalpflanzen wurden auch einige Feuchtpflanzen in derselben Weise unmittelbar aus dem Tageslicht zum Welken gebracht. Daß auch bei diesen Pflanzen eine bedeutend erhöhte Anfangstranspiration gegenüber den entsprechenden, vorher dunkel gehaltenen Pflanzen gefunden wurde, ist in Tab. 9 bereits angeführt worden. Die Versuche haben aber sonst nichts Besonderes ergeben, so daß von ihrer Besprechung abgesehen werden kann.

IV. Besonderheiten im Bau des Versuchsmaterials.

Das verschiedenartige Verhalten der Blätter während des Welkens ließ Beziehungen zum Standort und zur Wachstumszeit der Pflanzen sowie zum Alter der einzelnen Blätter bei jeder Pflanze erkennen. Diese Einflüsse treten in der anatomisch-morphologischen Ausbildung der Wuchsformen in Erscheinung. Für unsere Untersuchungen sind die Verschiedenheiten besonders wichtig, die in engstem Zusammenhang mit dem Wassergehalt des Materials stehen, wie die Oberflächenentwicklung und der Sukkulenzgrad. Sodann haben hier die Zahl der Stomata sowie die Ausbildung der Leitungsbahnen in der Blattnervatur Bedeutung.

Die mittleren Wassergehalte aller untersuchten Blätter der im Frühling herangewachsenen Pflanzen sind in Tab. 11 für die einzelnen Wuchsformen und Blattpaare zusammengefaßt worden. Der mittlere Gesamtwassergehalt ist bei den Normalpflanzen am niedrigsten und bei den Feuchtpflanzen am größten; zwischen beiden Wuchsformen stehen die Trockenpflanzen. In derselben Reihenfolge nimmt der Wassergehalt der einzelnen Blattpaare vom Normaltypus zum Feuchttypus hin zu. Bei jeder Wuchsform ist weiterhin ein Zunehmen des Wasservorrats vom jüngsten zum ältesten Blattpaar hin zu erkennen.

Tabelle 11.

Blattpaar	Mittlerer Wassergehalt der		
	Normalpflanzen in % Frgw.	Trockenpflanzen in % Frgw.	Feuchtpflanzen in % Frgw.
1	85,9	88,0	90,7
2	88,9	91,4	91,7
3	90,6	91,6	93,3
4	91,2	92,2	93,3
5	92,8	92,5	93,4
Gesamtdurchschnitt:	89,9	91,2	92,5

Bereits bei der Beschreibung des Versuchsmaterials wurde erwähnt, daß die Blätter der Wuchsformen in den einzelnen Blattstufen sehr verschieden groß sind. Das Flächenwachstum eines Blattes schreitet aber nicht in demselben Verhältnis voran wie die Gewichtszunahme, und diese verschiedenartige Veränderung bedingt wiederum eine Verschiebung des Verhältnisses von Oberflächenentwicklung und Sukkulenzgrad.

In Tabelle 12 sind zunächst die Blattflächen und Frischgewichte der einzelnen Wuchsformen einander gegenübergestellt worden. Und zwar ist das älteste Blattpaar, das meist das kleinste ist, gleich 100 gesetzt und dann berechnet, um wieviel Prozent andere Blätter größer oder kleiner sind. In gleicher Weise wurde auch die Veränderung im Frischgewicht der einzelnen Blattpaare auf das älteste Blattpaar bezogen. Aus diesen Zahlen wurde berechnet, um wieviel mehr die Blattfläche zunimmt als das Gewicht, d. h. um wieviel größer die Oberflächenentwicklung der Blattpaare wird, während zugleich der Sukkulenzgrad abnimmt oder umgekehrt. Die letztgenannte Beziehung ist in Abb. 14 dargestellt worden.

Tabelle 12.

Wuchsform	Blattpaar	5	4	3	2	1
Normalpflanze	A. Fläche	100	142	171	175	111
	B. Frischgewicht	100	136	160	156	98
	Verhältnis A : B Oberfl.-Entw.	100	104	107	112	113
	Verhältnis B : A Sukk.-Grad	100	98	93	87	86
Feuchtpflanze	A. Fläche	100	126	159	210	150
	B. Frischgewicht	100	119	129	147	97
	Verhältnis A : B Oberfl.-Entw.	100	103	118	136	151
	Verhältnis B : A Sukk.-Grad	100	95	82	70	65
Trockenpflanze	A. Fläche	100	133	128	118	77
	B. Frischgewicht	100	128	123	123	81
	Verhältnis A : B Oberfl.-Entw.	100	101	102	95	93
	Verhältnis B : A Sukk.-Grad	100	99	98	105	108

Sowohl bei den Normalpflanzen als auch bei den Feuchtpflanzen ist mit steigender Insertionshöhe die Blattfläche schneller gewachsen als das Frischgewicht. Die gegenüber dem zweiten Blattpaar jeweils etwas kleinere Flächenentwicklung des jüngsten Blattpaares deutet wohl an, daß das Wachstum hier noch nicht völlig abgeschlossen ist; das Frischgewicht ist in diesem Falle sogar hinter dem Bezugswert zurückgeblieben. Bei den Feuchtpflanzen eilt die Blattfläche im Wachstum dem Frischgewicht weiter voraus als bei den Normalpflanzen. Schnelleres Wachstum der Fläche bedeutet aber Zunahme der Oberflächenentwicklung bzw. Verringerung der Sukkulenz, was durch die graphische Darstellung der Bezugswerte in Abb. 14 klar

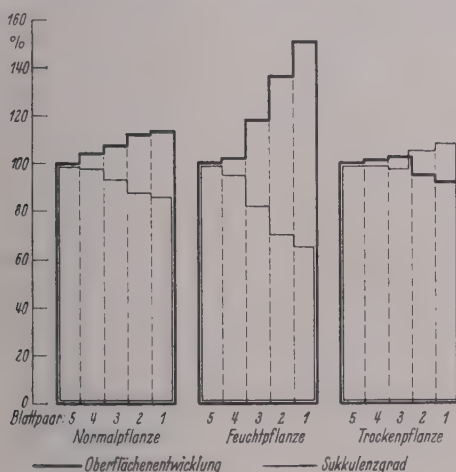


Abb. 14. Verhältnis von Oberflächenentwicklung und Sukkulenzgrad bei den drei Wuchsformen.

zum Ausdruck kommt. Bei den Pflanzen des Trockentypus haben nur die Blattpaare 4 und 3 eine geringe Zunahme der Oberflächenentwicklung im Vergleich zum ältesten Blattpaar erreicht. Bei den jüngsten Blattpaaren 2 und 1 dagegen hat das Frischgewicht mehr zugenommen als die Blattfläche, so daß hier die stärksten Sukkulenzgrade aufgetreten sind. Aus der graphischen Darstellung ist zu erkennen, daß bei diesem Typus allgemein die Frischgewichtswerte den Flächengrößen näher bleiben, d. h. daß die Bedingungen, unter denen diese Pflanzen gezogen wurden, auf eine Verringerung der Oberflächenentwicklung bzw. Vergrößerung des Sukkulenzgrades hinwirken.

Die Darstellung weist somit nach, in welcher Richtung sich die verschiedenen Umweltbedingungen ausgewirkt haben. Die absoluten Werte für die Oberflächenentwicklung und den Sukkulenzgrad sind daraus jedoch nicht zu erkennen, weil alle Werte auf das fünfte Blattpaar bezogen sind. Sie unterscheiden sich, wie aus Tab. 13 zu ersehen ist.

Tabelle 13.

Wuchsform	Blattpaar	5	4	3	2	1
Normalpflanze	Oberflächenentwicklung	0,653	0,681	0,694	0,728	0,743
	Sukkulenzgrad	1,421	1,386	1,318	1,230	1,217
Feuchtpflanze	Oberflächenentwicklung	0,537	0,551	0,634	0,733	0,811
	Sukkulenzgrad	1,803	1,707	1,476	1,224	1,128
Trockenpflanze	Oberflächenentwicklung	0,663	0,665	0,672	0,628	0,615
	Sukkulenzgrad	1,428	1,380	1,365	1,308	1,483

Neben Oberflächenentwicklung und Sukkulenzgrad kommt eine besondere Bedeutung für den Welkungsverlauf den Spaltöffnungen zu, sofern nämlich die für jede Wuchsform durch jene Größen zunächst bestimmte Transpiration durch die Zahl der auf die Einheit der Blattfläche entfallenden Spalten weitgehend abgewandelt wird. So kann etwa höhere Spaltenzahl einer durch Einschränkung der Oberflächenentwicklung erreichten Herabsetzung der Wasserabgabe entgegenwirken, ohne daß freilich das Ergebnis der Wechselwirkung genau zu bestimmen ist. Auch bei großer Oberflächenentwicklung wird die Transpirationsgröße durch die Spaltöffnungen wesentlich beeinflußt.

Um einen Einblick in die für das Versuchsmaterial bestehenden Unterschiede in der Anzahl der Spaltöffnungen zu bekommen, wurden von den in den Monaten März bis Mai herangewachsenen Pflanzen je 4 in Alkohol aufbewahrte Blätter jeder Wuchsform untersucht. Jedesmal wurde je ein Ausschnitt von der Blattspitze, zwischen den drei nächstfolgenden Blattrippen und von der Blattbasis gemacht. Auf jedem Ausschnitt wurden die Spaltöffnungen an 10 verschiedenen Stellen der Oberseite wie der Unterseite gezählt; es wurden von jedem Blatt etwa 120 mm² auf die Stomatazahl hin ausgewertet. Vom Normal- und Feuchtypus standen außerdem während der Wintermonate herangewachsene Pflanzen zur Verfügung. Von den frischen Blättern dieser Pflanze wurden ebenfalls Ausschnitte in der soeben beschriebenen Weise gemacht und untersucht. Die Ergebnisse der Zahlungen sind in Tab. 14 aufgezeichnet worden, in welcher die Durchschnittswerte aus allen Zählungen für jede Wuchsform eingetragen sind.

Tabelle 14.

Anzahl der Spaltöffnungen auf 1 mm ² bei											
Normalpflanzen				Feuchtpflanzen				Trockenpflanzen			
Sommer		Winter		Sommer		Winter		Sommer		Winter	
oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten	oben	unten
8	128	0	85	16	120	0	112	16	168	—	—

Die Blätter der Versuchspflanzen sind, wie sich zeigt, hypophloistomatisch. Bei den Winterpflanzen wurden oberseits Spaltöffnungen nur so vereinzelt gefunden, daß sie bei der Durchschnittsberechnung ganz unbeachtet bleiben mußten. Die größte Anzahl der Stomata auf 1 mm² haben die Trockenpflanzen; es folgen die Zahlen der Normalpflanzen und zuletzt die der Feuchtpflanzen. Die Befunde stimmen überein mit ähnlichen Feststellungen, die von Rippel, Lebedincev, Yapp u. a. gemacht worden sind.

Aus den Zählungen an den Winterpflanzen des Feucht- und Normaltypus geht hervor, daß in den Wintermonaten sowohl oberseits wie unterseits weniger Stomata ausgebildet werden. Damit wird die Fähigkeit zur Regulierung der Transpiration für diese Blätter eingeschränkt, und es ist anzunehmen, daß diese Beschränkung bei dem gegenüber den Sommerpflanzen andersartigen Verhalten der Winterblätter während der Welkungsversuche mitwirkt.

Die höhere Zahl der Stomata bei den Trockenpflanzen deutet darauf hin, daß hier auch eine stärkere Versorgung der transpirierenden Fläche mit Wasser stattfinden muß. Damit ist in der Regel eine stärkere Ausbildung der Blattnervatur verbunden, worauf die oben genannten Autoren ebenfalls hingewiesen haben. Auch für die Wuchsformen von *Coleus* sind danach Unterschiede in der Ausbildung der Blattnervatur zu erwarten. Deshalb wurden bei den 3 Blatttypen des Versuchsmaterials Ausschnitte von gleichen Stellen verschiedener Blätter gemacht und nach Entfernung des Chlorophylls in Chloralhydrat aufgehellt. Die Nervaturen der Blattausschnitte wurden mit dem Projektionsapparat gezeichnet und sodann ausgemessen. Die Ergebnisse der Messungen sind in Tabelle 15 zusammengestellt worden. Die Unterschiede der Nervenlänge bei den einzelnen Wuchsformen sind nicht sehr groß. Sie zeigen aber doch, daß von den Sommerpflanzen die Trockenpflanze die am stärksten ausgebildete Blattnervatur besitzt. Mittlere

Nervenzlänge findet sich bei den Feuchtpflanzen; am geringsten ist sie beim Normaltypus. Bei den Winterpflanzen des Normal- und Feuchttypus ist ziemlich dieselbe Länge der Nervatur gefunden worden wie bei den Sommerpflanzen.

Tabelle 15.

	Länge der Nervatur in mm auf 1 mm ²		
	Feuchttypus	Normaltypus	Trockentypus
Sommerpflanzen	3,26	2,92	3,66
Winterpflanzen	3,26	2,86	—

Zur weiteren Kennzeichnung der anatomischen Unterschiede der Wuchsformen von *Coleus* sollten auch die Stärke der Kutikula und Epidermis sowie Umfang und Form der Palisaden- und Schwammparenchymsschichten untersucht werden. Da die Untersuchungen aber nicht sogleich neben den Transpirationsversuchen am frischen Untersuchungsmaterial vorgenommen werden konnten, wurde von jeder Wuchsform je eine Pflanze in Alkohol aufbewahrt. Leider zeigten sich die konservierten Blätter bei der späteren Untersuchung so geschrumpft, daß genaue Feststellungen nicht mehr möglich waren und von Vergleichen in dieser Richtung vorläufig abgesehen werden mußte.

Neben den Transpirationsversuchen ist aber versucht worden, mit Hilfe der Infiltrationsmethode über den Öffnungszustand der Spalten Aufschluß zu erhalten. Dabei wurden sowohl die von Molisch angegebenen Infiltrationsmittel Alkohol—Benzol—Xylol als auch einige Stufen aus der von Schorn aufgestellten Infiltrationsreihe verwendet. Da die für den Welkungsversuch bestimmten Blätter selbst zur Infiltration nicht benutzt werden konnten, wurde das Verhalten gleichartig vorbehandelter anderer Blätter bei Versuchsbeginn und im Parallelversuch gegenüber den Infiltrationsflüssigkeiten geprüft. Von der Blattoberseite her war niemals Infiltration festzustellen. Auf der Blattunterseite drangen Benzol und Xylol bei Versuchsbeginn schwach ein; dasselbe konnte aber auch während der folgenden 3–4 Stunden, in denen die Blätter über der Salzlösung transpirierten, beobachtet werden. Ebenso waren mit den anderen Infiltrationsmitteln Unterschiede im Öffnungszustand der Spalten während des Welkens nicht eindeutig zu erfassen. Es konnte nur festgestellt werden, daß aus dem Tageslicht in den Versuchsraum gebrachte Blätter nach etwa einer Stunde bedeutend schwächer als im Tageslicht infiltrierten.

Da die Ergebnisse der Infiltrationsversuche nicht befriedigten, wurde versucht, den Zustand der Spaltöffnungen nach der von

Lloyd angegebenen Alkoholfixierungsmethode zu bestimmen. Die Versuchspflanze erwies sich aber in zweifacher Hinsicht als ungeeignet für solche Feststellungen. Zunächst war es bei der Struktur der Blätter nicht möglich, die Epidermis der Blattober- oder -unterseite in brauchbaren Stücken abzuziehen. Sodann verhinderte die starke und reichverzweigte Blattnervatur vor allen Dingen an der Blattunterseite, welche die größte Zahl der Spaltöffnungen trägt, gleichmäßige, dünne Schnitte zur Beobachtung und Messung der Stomata zu erhalten. Es mußte deshalb darauf verzichtet werden, Spaltöffnungsmessungen vorzunehmen.

In den vorliegenden Untersuchungen sind jedoch schon eine Reihe bedeutsamer struktureller Unterschiede der einzelnen Wuchsformen ermittelt worden, aus denen hervorgeht, daß der Transpirationsverlauf dadurch sehr mannigfaltig abgewandelt werden kann. Und zwar hat sich folgendes ergeben:

1. Der Feuchttypus übertrifft in der Größe des Wassergehaltes die beiden anderen Wuchsformen. Er hat mittlere Oberflächenentwicklung und geringste Sukkulenz, die geringste Zahl der Spaltöffnungen auf 1 mm^2 und mittlere Ausbildung der Blattnervatur.

2. Der Normaltypus hat den geringsten Wassergehalt, größte Oberflächenentwicklung und mittleren Sukkulenzgrad, mittlere Spaltöffnungszahl auf 1 mm^2 und relativ schwach entwickelte Nervatur.

3. Der Trockentypus ist gekennzeichnet durch mittleren Wassergehalt, höchsten Sukkulenzgrad und kleinste Oberflächenentwicklung; er hat die größte Zahl der Spaltöffnungen auf 1 mm^2 und die am stärksten ausgebildete Blattnervatur.

Inwieweit diese Strukturunterschiede sich im Welkungsverlauf ausgewirkt haben, wird im nächsten Abschnitt darzulegen sein.

V. Besprechung der Versuchsergebnisse.

Bei der Beschreibung der Versuche, die zur Klärung der Frage nach einem vorübergehenden Transpirationsanstieg während des Welkens unternommen wurden, hat sich eindeutig ergeben, daß ein solcher Transpirationsanstieg eintreten kann. Es ist aber auch festgestellt worden, daß die Transpiration beim Welken selbst bei der gleichen Art nicht immer erst ansteigen muß, bevor sie endgültig infolge Ausbleibens neuer Wasserzufuhr abnimmt. Die vorübergehende Transpirationszunahme ist vielmehr von gewissen Bedin-

gungen abhängig, wie sie z. B. durch das Vorleben der Pflanzen gegeben sind. Auch bei Blättern ein und derselben Pflanze ist noch ein verschiedenartiges Verhalten zu beobachten, auf Grund dessen etwa dem Blattalter ein Einfluß auf das Zustandekommen und die Größe des Transpirationsanstieges zugeschrieben werden muß. Diese Verhältnisse sowie die damit zusammenhängenden Beobachtungen werden in den folgenden Abschnitten ausführlich erörtert werden.

1. Der vorübergehende Transpirationsanstieg als physikalische und physiologische Reaktion der Blätter.

Zunächst erhebt sich die Frage, wie der vorübergehende Transpirationsanstieg zustande kommt. Zu ihrer Beantwortung haben wir uns zu vergegenwärtigen, daß die Transpiration eines Blattes bestimmt wird durch das Zusammenwirken von rein physikalischen Zuständen wie Dampfdruckunterschied Blatt/Umgebung, Licht und Wärme einerseits und physiologischer Regulation andererseits. Bei bekannten physikalischen Bedingungen gibt der für eine gewisse Zeit festgestellte Transpirationsverlauf über das physiologische Verhalten des Blattes während der Verdunstungsperiode Aufschluß. Eine Veränderung der physikalischen Bedingungen wie etwa Erhöhung der Dampfdruckdifferenz oder der Temperatur läßt zunächst eine entsprechende Änderung der Transpiration erwarten. In welchem Umfange sie wirklich eintritt, ist abhängig von der Art und Stärke der in der Regel gleichzeitig einsetzenden physiologischen Regulation. Diese Beziehungen sind zur Erklärung der im experimentellen Teil dieser Arbeit gemachten Beobachtungen von entscheidender Bedeutung.

Die in den Versuchen beobachteten Fälle einer Transpirationszunahme während des Welkens lassen sich in zwei Gruppen einteilen. In der einen Gruppe steigt die Transpiration sogleich nach Feststellung des Anfangswertes, also schon in der ersten Versuchsstunde, an; in der zweiten Gruppe geht dem Anwachsen eine Einschränkung der Transpiration voraus, so daß der Transpirationsanstieg erst in der zweiten Stunde oder später einsetzt. Umfang und Dauer des Transpirationsanstieges stehen einmal in Beziehung zum Wasservorrat des Blattes, der je nach Wuchsform und Blattalter verschieden ist, sodann zur Größe des Wasserverlustes bei Beginn des Welkens.

Beschäftigen wir uns zunächst näher mit den Fällen, in welchen die Transpiration sogleich vom Anfangswerte her, also in der ersten

Versuchsstunde zunahm. Wie im experimentellen Teil geschildert wurde, ist der Anfangswert die bei Zimmertemperatur festgestellte Dreiminutentranspiration des soeben von der Pflanze abgetrennten Blattes. Wenn das Blatt nach dieser ersten Wägung in der beschriebenen Weise über einer Salzlösung zum Welken aufgehängt wurde, mußte infolge der damit verbundenen Erhöhung der Dampfdruckdifferenz Blatt-Umgebung eine Transpirationszunahme erfolgen. Diese Zunahme mußte noch größer werden, wenn die Lösung sich im Thermostaten bei 27—29° C befand. Die Veränderung der Außenbedingungen könnte demnach fürs erste völlig ausreichend erscheinen, den Transpirationsanstieg der ersten Gruppe rein physikalisch verständlich zu machen. Bei näherem Zusehen zeigt sich aber, daß eine solche Erklärung nicht befriedigend ist.

In jedem Falle wurden nämlich über ein und derselben Lösung 8—10 Blätter einer Pflanze gleichzeitig zum Welken gebracht. Für alle diese Blätter bestanden dieselben physikalischen Außenbedingungen sowohl bis zur ersten Wägung als auch beim Welken über der Lösung. Wäre die Änderung im Dampfdruckgefälle Blatt/Umgebung allein oder überwiegend maßgeblich für die Transpirationszunahme, so müßten alle Blätter bei der nächsten Wägung größere Transpirationsraten aufweisen. Die Zunahme der Transpiration müßte außerdem für alle Blätter im gleichen Verhältnis erfolgt sein. In keinem Versuche wurden aber derartige oder nur ähnliche Feststellungen gemacht. Vielmehr hatten immer nur einige der gleichzeitig welkenden Blätter — und zwar ganz bestimmte Blätter — eine sofortige Transpirationssteigerung aufzuweisen, während die Transpirationskurven der anderen Blätter zunächst abfielen. Auch für die ansteigenden Kurven der verschiedenen Blätter ein und derselben Pflanze wurden keine relativ gleichartigen Zuwachswerte gefunden. Daraus kann gefolgert werden, daß die Wasserabgabe nicht so sehr durch die physikalischen Bedingungen als vielmehr durch die physiologische Regulation bestimmt worden ist.

Die Veränderung der physikalischen Außenbedingungen gegenüber den im Versuchsraum oder Gewächshaus herrschenden Verhältnissen hat für alle Versuchsreihen in gleicher Weise stattgefunden, wie bei Beschreibung der Versuchsmethodik und bei den einzelnen Versuchen dargelegt worden ist. Ein wesentlich durch diese Veränderung veranlaßter Transpirationsanstieg hätte also auch in den Versuchsreihen mit den im Winter herangewachsenen Pflanzen und bei jeder anderen Wuchsform stets eintreten müssen. Wenn

dabei Unterschiede in der Größe der Zunahme für die einzelnen Wuchsformen denkbar wären, wäre doch für jeden Typus eine gleichmäßige Steigerung zu erwarten. In den Versuchen hat sich aber gezeigt, daß bei den Winterpflanzen die Transpiration fast immer vom Anfangswerte her bis zum Versuchsschluß fortlaufend fällt. Erst bei Pflanzen, die während der Frühjahrsmonate herangewachsen waren, trat die Transpirationszunahme überhaupt auf. Jedoch konnte auch dann noch kein einheitliches Verhalten beobachtet werden, durch das ein Vorherrschen der physikalischen Einflüsse wahrscheinlich gemacht wäre. Ähnlich den Winterpflanzen hatten nämlich die Feuchtpflanzen der Frühjahrskultur vorwiegend abfallende Transpirationskurven. Der Transpirationsanstieg trat eindeutig nur bei Pflanzen des Normal- und Trockentypus auf, wobei auch die einzelnen Blattpaare sehr verschieden reagierten. Diese Feststellungen lassen wiederum erkennen, daß die mit der Versuchsanordnung verbundenen Veränderungen der physikalischen Faktoren nicht zur Erklärung des Transpirationsanstieges ausreichen.

Bei einer unmittelbaren Abhängigkeit des Transpirationsanstieges von den physikalischen Bedingungen müßte schließlich die Transpiration etwa in demselben Verhältnis zunehmen, wie der Dampfdruckunterschied Blatt/Umgebung vergrößert wird. Durch die Salzlösungen wurde die relative Feuchtigkeit in den Verdunstungsgefäßen gegenüber der im Versuchsraum herrschenden Dampfspannung um etwa 15—45 % herabgesetzt. Die beobachteten Transpirationssteigerungen liegen aber um 40—120 % über den zuerst gefundenen Transpirationsraten. Die Wasserabgabe hat also in viel stärkerem Maße zugenommen, als die Dampfspannung erniedrigt worden ist. Das ist jedoch ohne physiologische Reaktionen wie etwa eine Öffnungsbewegung der Stomata nicht denkbar.

Für die physiologische Natur des Transpirationsanstieges können aus den Versuchsergebnissen nun aber auch unmittelbare Beweise erbracht werden. Zunächst ist hier darauf hinzuweisen, daß die Transpirationszunahme in vielen Fällen nicht nur von einer Wägung zur anderen zu beobachten war, sondern mehrere Stunden anhielt. Der transpirationststeigernde Einfluß physikalischer Faktoren hätte sich schon innerhalb der ersten Wägungsperiode auswirken müssen. Da die Blätter nicht weiter mit Wasser versorgt wurden, hätten die Transpirationskurven danach allgemein abfallen müssen. Der Abfall

der Kurven trat aber stets erst ein, wenn ein Blatt eine gewisse Wassermenge verloren hatte, und zwar ohne Rücksicht darauf, ob dieser Wasserverlust durch Transpirationssteigerung oder hohe Anfangstranspiration veranlaßt war. Auf diese Beziehungen wird später noch einzugehen sein.

Für die physiologische Erklärung des Transpirationsanstiegs ist weiterhin die zweite Gruppe der beobachteten Steigerungen anzuführen. Hier haben die Transpirationsraten erst zugenommen, nachdem eine Einschränkung der Wasserabgabe vorausgegangen war. Besonders wichtig sind dabei die Versuche, zu denen die Pflanzen unmittelbar aus dem Tageslicht herangeholt wurden. Der Dampfdruckunterschied Blatt/Umgebung wurde für diese Blätter durch das unmittelbare Einbringen in die dunklen Verdunstungsgefäße mit den Salzlösungen besonders stark erhöht. Trotzdem ist hier die Regel eine Transpirationseinschränkung in der ersten Versuchsstunde, nach welcher erst unter gewissen, später noch näher zu besprechenden Bedingungen steigende Wasserabgabe zu beobachten war. Eine Ausnahme von diesem Verhalten machen hier nur die älteren Blätter der Pflanzen, deren Transpirationsraten sogleich ansteigen. Auch darin liegt jedoch eine physiologische Reaktion vor. Die älteren Blätter haben nämlich während der Bearbeitung der jüngeren Blattpaare im dunklen Versuchsraum bereits durch Spaltenschluß die Transpirationseinschränkung vorgenommen, welche die jüngeren Blätter in der ersten Versuchsstunde im Gefäß durchführten. Der sofortige Anstieg der Transpiration vom Anfangswerte her entspricht demnach hier dem Anstieg, der bei den anderen Blättern in der zweiten Stunde eingetreten ist. Die Richtigkeit dieser Annahme hat sich dadurch erweisen lassen, daß die Blätter einer in gleicher Weise vorbehandelten Pflanze in umgekehrter Reihenfolge abgetrennt und gewogen wurden. Wo in diesem Falle ein Transpirationsanstieg auftritt, geht ihm stets eine Einschränkung der Wasserabgabe voraus, obwohl nach den physikalischen Bedingungen sogleich eine allgemeine Transpirationszunahme zu erwarten wäre.

Die bisherigen Überlegungen weisen zusammengefaßt alle darauf hin, daß der im Welkungsverlauf beobachtete Transpirationsanstieg im wesentlichen physiologischer Natur sein muß, daß er also aus einer Reaktion der Spaltöffnungen zu erklären ist, die unter bestimmten Bedingungen eintritt.

2. Der vorübergehende Transpirationsanstieg in Beziehung zum Zustand der Spaltöffnungen.

Die Beziehung zwischen Spaltöffnungsreaktionen und der Wasserbilanz von Blättern ist von Stålfelt eingehend untersucht und aufgeklärt worden. Nach Stålfelt können die Schließzellen entweder eine aktive oder eine passive Öffnungsbewegung ausführen. Die aktive Öffnungsbewegung ist abhängig von der Einwirkung des Lichtes und beruht im wesentlichen auf der durch die Lichtmenge bestimmten enzymatischen Reaktion der Zellen. Die passive Öffnungsbewegung ist bedingt durch den mit der Veränderung des Wassergehaltes der Blätter einsetzenden Spannungsausgleich zwischen den Schließzellen und den Epidermis- sowie Mesophyllzellen; sie tritt ein, wenn der Innendruck der Schließzellen größer ist als ihre Wandspannung und der Außendruck der umliegenden Zellen. Beide Öffnungsbewegungen haben eine Zunahme der Transpiration zur Folge. Da die vorliegenden Versuche sämtlich in der Dunkelheit durchgeführt wurden, kann der hier beobachtete Transpirationsanstieg nur durch die passive Öffnungsreaktion verursacht sein. Wir haben uns also kurz vor Augen zu führen, wie etwa das passive Sichöffnen der Stomata in unseren Versuchen verlaufen ist.

Bei Beginn der Versuche befinden sich die zu untersuchenden Blätter infolge der Vorbehandlung im Zustande der Wassersättigung oder nach Stålfelt im Bereich supraoptimaler Wasserversorgung. In diesem Bereich sind die Spaltöffnungen bei allen vor dem Versuch dunkel gehaltenen Pflanzen durch die eben beschriebene Gewebespannung geschlossen. Stålfelt konnte nachweisen, daß Blätter, welche in solchem Zustande in eine Umgebung mit niedriger Dampfspannung gebracht werden, zunächst durch die kutikuläre Transpiration den auf den Schließzellen lastenden Gewebedruck verlieren. Die Schließzellen selbst haben dann in der Regel noch reichlichen Wasservorrat und folgen daher dem weichenden Druck der Nachbarzellen mit einer Ausdehnung, in deren Verlauf sich die Spalten öffnen.

Bei den Versuchspflanzen, die bis kurz vor Versuchsbeginn im Tageslicht geblieben sind, wirkt der durch die Wassersättigung bedingten Gewebespannung die photoaktive Reaktion der Schließzellen entgegen. Die Spalten sind deshalb beim Einbringen in den Versuchsraum zunächst geöffnet. Infolge der hier herrschenden

Dunkelheit geht die photoaktive Öffnungsreaktion zurück und die Stomata schließen sich unter dem Druck der Gewebespannung. Erst wenn bei der höheren Dampfdruckdifferenz in den Versuchsgefäßen die Gewebe kutikulär so viel Wasser abgegeben haben, daß die Gewebespannung nachläßt, setzt auch hier die vorbeschriebene passive Öffnungsbewegung der Stomata ein.

Wird nun im Verlauf dieser Vorgänge die Wasserabgabe gewichtsmäßig festgestellt, so werden die Transpirationsraten der vor dem Versuch dunkel gehaltenen und der bis dahin belichteten Pflanzen zunächst voneinander abweichen. Die Transpirationsgröße der verdunkelten Pflanzen ist anfangs bereits wesentlich kutikuläre Wasserabgabe und daher geringer als die Anfangstranspiration der „Hellpflanzen“, deren Stomata photoaktiv geöffnet sind. In den Versuchsgefäßen setzt nun aber für die „Dunkelpflanzen“ infolge der schon länger wirksamen Kutikulartranspiration sogleich die passive Öffnungsbewegung der Stomata ein, so daß die Wasserabgabe nun größer werden muß. Darum kann bei dieser Versuchsanordnung meist schon in der ersten Versuchsstunde ein Transpirationsanstieg festgestellt werden, der in manchen Fällen noch während der zweiten Stunde anhält. Für die Hellpflanzen dagegen bewirkt das photoaktive Schließen der Stomata in der ersten Versuchsstunde zunächst ein Nachlassen der Transpiration; dann muß jedoch auch hier die passive Öffnungsbewegung der Schließzellen eintreten und die Transpiration ansteigen. Bei der völligen Übereinstimmung der im experimentellen Teil beschriebenen Welkkurven mit diesen Überlegungen muß somit der Transpirationsanstieg als Folge der passiven Öffnungsbewegung der Schließzellen angesehen werden.

Für das Zustandekommen der passiven Öffnungsbewegung und damit des Transpirationsanstieges ist es jedoch wichtig, daß der auf den Schließzellen ruhende Gewebedruck der Epidermis- und Mesophyllzellen abnimmt oder verschwindet, solange die Schließzellen selbst noch einen so hohen Innendruck besitzen, daß sie dem nachlassenden Außendruck mit einer Ausdehnung folgen können. Es wäre denkbar, daß die Schließzellen bei einer langsamen kutikulären Transpiration der sie umgebenden Gewebe bis zum Nachlassen des äußeren Gewebedruckes bereits so viel Wasser verloren haben, daß ein passives Sichöffnen der Spalten nur in geringerem Maße oder überhaupt nicht mehr eintreten kann. Da in unseren Versuchen die Dampfdruckdifferenz über Kalziumchloridlösung größer ist als

über Magnesiumnitrat- und Natriumchloridlösung, muß das Welken über der erstgenannten Lösung bei sonst gleichen Bedingungen am raschesten erfolgen. Der Transpirationsanstieg wird also hier früher und nachhaltiger zu erwarten sein als über den beiden anderen Lösungen. Inwieweit dies wirklich der Fall ist, kann darin zum Ausdruck kommen, daß bei ein und derselben Wuchsform über Kalziumchloridlösung noch nach einer höheren Anfangstranspiration die passive Öffnungsreaktion eintritt als über Magnesiumnitrat- und Natriumchloridlösung. Eine Zusammenfassung der entsprechenden Anfangswerte von Normalpflanzen ergibt tatsächlich eine derartige Abstufung der Anfangstranspirationen. Und zwar ist der Transpirationsanstieg in der ersten Versuchsstunde über Kalziumchloridlösung noch nach einem anfänglichen Wasserverlust von 0,199 mg/g. min eingetreten, während die Grenze des Anfangsverlustes für eine Transpirationszunahme über Magnesiumnitratlösung bei 0,116 mg/g. min und über Natriumchloridlösung bei 0,089 mg/g. min liegt. Die Transpirationssteigerung ist über Kalziumchloridlösung auch häufiger schon in der ersten Versuchsstunde erfolgt und mit einem Höchstwert zum Abschluß gekommen als über den anderen Lösungen. Auf Beginn und Dauer der vorübergehenden Transpirationszunahme ist demnach auch der Geschwindigkeit des Welkens ein gewisser Einfluß zuzuschreiben.

Es wäre natürlich wertvoll gewesen, die Richtigkeit der Erklärung des im Welkungsverlauf beobachteten Transpirationsanstieges als Folge einer passiven Öffnungsbewegung der Schließzellen durch entsprechende Feststellungen über den Öffnungszustand der Stomata in den entscheidenden Punkten der Kurven bestätigt zu sehen. Nach den Ausführungen über die morphologischen Unterschiede des Versuchsmaterials ist die Versuchspflanze zu solchen Feststellungen wenig geeignet. Jedoch läßt sich die gegebene Erklärung bereits durch zusammenfassende Betrachtung der ermittelten Transpirationswerte im wesentlichen bestätigen, wie im nächsten Abschnitt gezeigt werden wird.

3. Der vorübergehende Transpirationsanstieg in Beziehung zum Wasserverlust der Blätter.

Bei der Versuchsbeschreibung war zu erkennen, daß der vorübergehende Transpirationsanstieg im allgemeinen auf solche Blätter beschränkt bleibt, deren Wasserabgabe zu Beginn des Welkens kleinere Werte aufweist. Diese Beobachtung legt die Frage

nahe, ob sich bestimmte Beziehungen zwischen Anfangstranspiration und Eintreten des Transpirationsanstieges auffinden lassen, etwa derart, daß die Transpiration nur dann ansteigen kann, wenn in einer bestimmten Zeit ein bestimmter Wasserverlust stattgefunden hat.

Tabelle 16.

	Mittlere Anfangswerte der Blätter mit		
	abfallender	bis zum 1. Mittelwert ansteigender	weiter oder später ansteigender
	Welkungs-kurve		
	mg/g. min	mg/g. min	mg/g. min
	0,431	0,202	0,141
Verhältnis:	100	46,9	32,8

Da solche Beziehungen am deutlichsten bei möglichst einheitlichem Pflanzenmaterial in Erscheinung treten müssen, sind zur Klärung der Frage die entsprechenden mittleren Transpirationswerte von 77 Blättern des Normaltypus zusammengefaßt worden. Die mittleren Anfangstranspirationen dieser Blätter sind in Tab. 16 wiedergegeben, wobei eine durch die Verhältniszahlen 100 : 46,9 : 32,8 verdeutlichte Abstufung der Werte zum Ausdruck kommt. Nach der gleich 100 gesetzten Anfangstranspiration werden die folgenden Transpirationsraten fortlaufend kleiner. Wird zu Beginn des Versuches nur die der zweiten Stufe entsprechende Wassermenge angegeben, so steigt die Transpiration während der ersten Versuchsstunde an. Für die der dritten Stufe angehörigen Blätter ist auch noch während der zweiten Versuchsstunde oder darüber hinaus eine Transpirationszunahme zu verzeichnen. Je geringer also die Anfangstranspiration ist, um so nachhaltiger tritt das vorübergehende Anwachsen der Transpiration ein.

Tabelle 17.

	Wasserverlust in % d. Frischgew. bei			
	abfallender	bis zum 1. Mittelwert ansteigender	weiter oder später ansteigender	Höchstwert des Anstiegs
	Welkungs-kurve			
1	2	3	4	5
	2,12	1,94	1,09	2,61
Verhältnis:	100	91,5	51,5	123

Die hiermit angedeutete Beziehung zwischen Wasserverlust und Transpirationszunahme kann durch die in Tab. 17 zusammengefaßten mittleren Wasserverluste derselben Blätter während der ersten Versuchsstunden noch klarer aufgezeigt werden. Dem höchsten Anfangswert der Transpiration entspricht der größte Wasserverlust in der ersten Versuchsstunde (Spalte 2 d. Tab.) und somit das fortlaufende Abfallen der Transpirationsraten. Durch das Ansteigen der Transpiration vom Anfangswerte her hat die Wasserabgabe der zweiten Gruppe nach einer Stunde etwa denselben Verlustwert erreicht (Spalte 3) wie bei der ersten Gruppe; hier läßt die Transpiration von der nächsten Stunde an stetig nach. Bei der dritten Gruppe der Blätter ist bisher nur der halbe Wasserverlust, nämlich 1,09 % des Frischgewichts, zu verzeichnen; die Wasserabgabe nimmt bei diesen Blättern in den folgenden Stunden daher zu und befindet sich bei dem in Sp. 5 der Tabelle eingetragenen Werte im Abnehmen.

Hat somit die Tab. 16 die Abhängigkeit der vorübergehenden Transpirationszunahme während des Welkens vom vorausgegangenen Wasserverlust des anfangs wassergesättigten Blattes allgemein gezeigt, so ist aus Tab. 17 zu entnehmen, daß die Wasserabgabe tatsächlich einen bestimmten Wert nicht übersteigen darf, wenn die Transpiration gegenüber dem Anfangswert zunehmen soll. Nach einem Wasserverlust nämlich von etwa 2 % des Frischgewichts befinden sich alle Welkungskurven im Abfallen. Wird diese Verlustgrenze infolge hoher Anfangstranspiration sogleich nach Beginn des Welkens erreicht, so bleibt der Transpirationsanstieg aus. Die Kurven steigen um so mehr an, je weiter unterhalb des Verlustes von etwa 2 % des Frischgewichts die Anfangstranspiration liegt. Ist die Verlustgrenze durch Transpirationssteigerung erreicht, so fallen die Kurven ab. Ob der Verlust von 2 % des Frischgewichtes aus diesen Beobachtungen unmittelbar als Grenzwert für den Umschlag der Kurven in die abfallende Richtung gesetzt werden kann, muß in anderem Zusammenhange noch erörtert werden.

Eine weitere Bestätigung dafür, daß der vorübergehende Transpirationsanstieg bei unserer Versuchspflanze nur bis zu einem bestimmten Wasserverlust eintreten kann, geben die in Tab. 18 zusammengefaßten Transpirationsraten der „Hilfpflanzen“, die unmittelbar aus dem Tageslicht zum Versuch verwendet wurden. Infolge der bei Versuchsbeginn offenen Stomata haben diese Blätter stets bedeutend höhere Anfangstranspiration und somit auch höhere

Anfangsverluste. Dementsprechend sind eine größere Anzahl Welkungskurven vom Anfangswerte her fortlaufend abgefallen. Wo jedoch die Transpiration vorübergehend zunimmt, ist der vorausgegangene Wasserverlust mit 0,09 % bzw. 1,10 % des Frischgewichts wiederum innerhalb der soeben aufgezeigten Grenzen geblieben. Nur in Einzelfällen ließ sich, wie Tab. 10 gezeigt hat, nach einem höheren Wasserverlust zu einem außergewöhnlich späten Zeitpunkt noch eine Transpirationszunahme feststellen, der jedoch gegenüber der Regelmäßigkeit im Verhalten der großen Zahl der übrigen Blätter besondere Bedeutung kaum zukommt.

Tabelle 18.

	Bei Hellepflanzen					
	Mittl. Anfangswert mg/g. min bei		Anfangsverlust in % Frgew. bei		Wasserverlust in % Frgew. bis zum 1. Mittelwert bei	
	abfall. Welkungskurve	ansteig. Welkungskurve	abfall. Welkungskurve	ansteig. Welkungskurve	abfall. Welkungskurve	ansteig. Welkungskurve
	1,179	0,297	0,34	0,09	3,29	1,10
Umkehrversuch	0,460	0,161	0,14	0,05	0,94	0,42

In Tab. 18 sind die Transpirationswerte einer Pflanze mit eingetragen, deren Blätter in umgekehrter Reihenfolge abgetrennt und zum Welken aufgehängt wurden. Auch in diesem Falle ist der Transpirationsanstieg jeweils nur nach den geringeren Anfangstranspirationen und Wasserverlusten eingetreten. Da hier aber im Gegensatz zu den sonstigen Beobachtungen die ältesten Blätter den höchsten Anfangswert haben, fallen die Kurven dieser Blätter fortlaufend ab. Die Transpiration steigt vorübergehend nun bei den jüngeren und jüngsten Blättern wiederum im umgekehrten Verhältnis zu den im allgemeinen geringen Verlustaten während der ersten Versuchsstunde. Die entscheidende Rolle für das Eintreten und das Maß eines Transpirationsanstieges kommt demnach allein der Größe des anfänglichen Wasserverlustes des Blattes zu.

Aus der zusammenfassenden Betrachtung der Transpirationswerte hat sich somit ergeben, daß der vorübergehende Transpirationsanstieg während des Welkens bei einheitlichen, annähernd gleichmäßig mit Wasser versorgten Pflanzen nur dann eintreten kann, wenn der Wasserverlust einen für alle Blätter gültigen Grenzwert

nicht überschritten hat. Mit dieser Feststellung ist eine Bedingung für das Einsetzen der oben geschilderten passiven Öffnungsbewegung der Schließzellen bei den Versuchsblättern erfüllt. Denn die passive Öffnungsbewegung kann nur erfolgen, wenn ein bestimmtes, vom Wassergehalt abhängiges Spannungsverhältnis zwischen den beteiligten Zellen und Geweben herbeigeführt wird. Der bei den untersuchten Blättern überall gleiche Wasserverlust vor einem Transpirationsanstieg muß ein solches Spannungsverhältnis überall in gleicher Weise schaffen und kann somit als Beweis dafür gelten, daß die Transpirationszunahme durch passives Sichöffnen der Spalten veranlaßt worden ist.

4. Das stetige Abfallen und der Horizontalverlauf der Welkungskurven.

Vom Anfangswerte her nur abfallende Welkungskurven sind beim Normaltypus der Versuchspflanze in der Regel lediglich für das jüngste Blattpaar festgestellt worden; beim Trockentypus verhalten sich ebenso noch die Kurven des zweiten Blattpaares; beim Feuchttypus und den Winterpflanzen herrscht dieser Welkungsverlauf überhaupt vor.

Aus den Darlegungen des vorigen Abschnittes ist zu entnehmen, daß die Kurven nach einem relativ hohen Wasserverlust gleich zu Beginn des Welkens absinken müssen. Zwar kann der Anfangswert der Transpiration nicht allein darüber Aufschluß geben, wo der fortlaufende Kurvenabfall eintreten wird. Wenn sich aber aus einer großen Anzahl von Blättern der drei Wuchsformen für den Normaltypus ein mittlerer Anfangswert von $1,682 \text{ mg g. min.}$, für den Feuchttypus ein solcher von $2,188 \text{ mg g. min.}$ und für den Trockentypus ein Anfangswert von $2,400 \text{ mg g. min.}$ ergibt, so erklärt sich damit zum Teil, daß die Kurven der letztgenannten Wuchsformen viel häufiger abfallen. Neben der Anfangstranspiration ist weiterhin die Höhe des Wasserverlustes in der ersten Stunde des Welkens für den Kurvenabfall entscheidend. Bei größerer Dampfdruckdifferenz Blatt/Umgebung geht auch nach einem kleineren Anfangswerte in der ersten Stunde noch so viel Wasser verloren, daß die Kurven weiter sinken müssen. So konnte z. B. für etwa 70 Blätter von Normalpflanzen ermittelt werden, daß die Kurven über Kalziumchloridlösung noch nach einem mittleren Anfangswert von $0,686 \text{ mg g. min.}$ fallen, während die untere Grenze der Anfangstranspiration, bis zu der über Natriumchloridlösung der Kurvenabfall eintritt, bei

0,765 mg/g. min liegt. In der ersten Stunde des Welkens werden über der ersten Lösung bereits 44 % der innerhalb 8—10 Stunden verdunsteten Wassermenge verloren, über der zweiten Lösung 36,1 %. Die Welkungsgeschwindigkeit wirkt sich also deutlich aus. Wie in Tab. 17 bereits angegeben ist, beträgt der Wasserverlust der Blätter im Verhältnis zum Frischgewicht bis dahin etwa 2 %. Die Wasserverluste der Blätter mit abfallenden Welkungskurven von den anderen Wuchsformen sind entsprechend den höheren Anfangstranspirationen bei denselben Welkungsbedingungen wesentlich größer.

Der Mittelwertcharakter der Transpirationsraten gestattet nicht, den in der ersten Stunde des Welkens gefundenen Verlust von 2 % des Frischgewichts als Grenzwert für das Abfallen der Kurven bei der Versuchspflanze allgemein anzunehmen. Die tatsächliche Grenze des Wasserverlustes, bei welchem der Kurvenabfall beginnt, kann jedoch mit Hilfe der Verlustwerte derjenigen Blätter näher bestimmt werden, deren Kurven zunächst angestiegen sind. Der Welkungsverlauf dieser Blätter ist vom Beginn der Transpirationseinschränkung, d. h. vom Beginn des Kurvenabfalles an, dem der hier besprochenen Blätter gleichzusetzen.

Wenn die Kurven nun bis zum ersten Mittelwert ansteigen, und dieser Wert zugleich Kurvenumschlagpunkt wird, so sind bis zum Umschlagpunkte über Kalziumchloridlösung 2,22 % des Frischgewichtes und über Magnesiumnitratlösung 1,65 % des Frischgewichtes an Wasser verloren gegangen. Der Unterschied der beiden Werte ist daraus zu erklären, daß in keinem Falle der tatsächliche Höchstwert für die Wasserabgabe gemessen worden ist. Wenn einmal bereits bei einem Wasserverlust von 1,65 % des Frischgewichtes eine Kurvenwendung erfolgt, kann zunächst gesagt werden, daß der Punkt, bei dem 2,22 % verdunstet sind, entsprechend weiter unterhalb des Grenzwertes liegen muß. Ist damit der Wasserverlust, bei dem der Kurvenabfall beginnt, zwar bis auf 1,65 % des Frischgewichtes eingegrenzt, so ist doch von dieser Seite her eine genauere Bestimmung des Grenzwertes nicht mehr möglich. Es ist ihm jedoch näher zu kommen, wenn festgestellt wird, bis zu welchem Wasserverlust noch ein vorübergehender Transpirationsanstieg erfolgt. Zwischen diesem Wert und dem geringsten Wasserverlust für den Kurvenumschlag muß auch der tatsächliche Kurvenwendeplatz liegen. Aus der Mehrzahl der Versuche ergibt sich, daß der Transpirationsanstieg noch nach einem Wasserverlust von

1,38 % des Frischgewichtes in der ersten Versuchsstunde eingetreten ist. Wenn nach einer Wasserabgabe von 1,65 % vom Frischgewicht der Kurvenumschlag erfolgt, bleibt demnach die Lage des Grenzwertes auf den zwischen diesen Werten liegenden Bereich beschränkt. Hieraus ist zu folgern, daß bei *Coleus* im Verlaufe des Welkens nach einem Wasserverlust von etwa 1,5 % des Frischgewichtes die Welkungskurven abfallen müssen.

Das fortlaufende Abfallen der Welkungskurven von einem Anfangswerte aus und ebenso das Abfallen von dem durch Transpirationszunahme erreichten Höchstwerte her entsprechen der allgemeinen Vorstellung vom Welkungsvorgang. Es fällt aber dabei auf, daß alle Kurven an einem bestimmten Punkte deutlich in die horizontale Richtung abbiegen. Nach unseren bisherigen Beobachtungen ist anzunehmen, daß eine so allgemeine und entscheidende Richtungsänderung durch Überschreiten eines für den Wasserhaushalt der Blätter besonders kritischen Punktes hervorgerufen sein muß. Darum ist jetzt zu fragen, ob aus den Versuchen über das Bestehen, Art und Lage eines solchen Punktes bei den untersuchten Blättern Aufschluß zu finden ist.

Der Wasservorrat eines Blattes erreicht einen kritischen Punkt dann, wenn durch die Lebensfunktionen so viel Wasser verbraucht ist, daß der weitere Ablauf dieser Funktionen gefährdet wird. Meistens sind äußere Anzeichen für den Beginn eines solchen Zustandes nicht vorhanden. Auch bei den vorliegenden Untersuchungen war zur Zeit der Kurvenwendung nur selten ein leichtes Erschlaffen der Blätter festzustellen. Trotzdem gehen inzwischen Veränderungen im Blatt vor wie etwa das „incipient drying“ oder stärkeres Schließen der Spalten, welche einem weiteren Wasserverlust im bisherigen Umfange entgegenwirken. Auf Grund dieser Vorgänge erst sind dann auch für die äußere Beobachtung erkennbare Änderungen im Zustand und Verhalten des Blattes zu erwarten. Hiernach ist die entschiedene Wendung in unseren Kurven dahin zu deuten, daß 1. ein kritischer Punkt von den Blättern tatsächlich erreicht worden ist, 2. daß dieser Punkt zeitlich vor dem Abbiegen der Kurven in die Horizontale liegen muß und 3. daß nach der Kurvenwendung nur noch eine physikalisch bedingte Wasserabgabe stattfindet.

Über die Natur des kritischen Punktes erhalten wir einigen Aufschluß, wenn wir prüfen, wieviel Wasser bis zum Abbiegen der Kurven abgegeben worden ist. Aus den Wägungsergebnissen von

270 Blättern errechnet sich bis dahin ein durchschnittlicher Wasserverlust von 4—5 % des Frischgewichtes. Es ist besonders zu beachten, daß bis zum Wendepunkt der Kurven von allen Blättern fast immer die gleiche Wassermenge verloren worden ist, obwohl die Welkungskurven bis dahin teils vorübergehend angestiegen, teils fortlaufend abgefallen sind. Weiterhin ist wichtig, daß vom Versuchsbeginn bis zum Kurvenumschlag über Kalziumchloridlösung durchschnittlich 218 Minuten, über Magnesiumnitratlösung 261 Minuten und über Natriumchloridlösung 250 Minuten verstrichen sind; das Welken hat also um so länger gedauert, je geringer die Dampfspannungsdifferenz gewesen ist. Alle diese Feststellungen weisen darauf hin, daß die Größe des Wasserverlustes für den Kurvenumschlag entscheidend ist. Im Kurvenwendepunkt kommt dabei eine Reaktion der Blätter zum Ausdruck, deren Ergebnis schärfste Einschränkung der Wasserabgabe ist. Unsere Beobachtungen über den Transpirationsanstieg legen es nahe, in dieser Reaktion wiederum eine Bewegung der Schließzellen zu sehen. Der Vorgang wird leicht verständlich, wenn wir noch einmal auf die schon angeführte Arbeit Stälfelts zurückgreifen.

Stälfelt fand an seiner Versuchspflanze *Vicia faba*, daß an zunächst voll turgeszenten Blättern nach einem Wasserverlust von 3 % des Frischgewichts eine Schließbewegung der Stomata einsetzt, die mit zunehmendem Verlust stärker wird und bei einer Wasserabgabe von 5 % des Frischgewichts ihren Höchstwert erreicht. Er nannte diese Schließbewegung hydroaktiv, weil sich die Spalten dabei infolge der durch den Wasserverlust bedingten Eigenbewegung der Schließzellen schließen. Wenn auch aus den bereits erwähnten Gründen eine entsprechende Bewegung der Spaltöffnungen bei unserer Versuchspflanze nicht nachzuweisen war, berechtigt doch die Übereinstimmung der im Kurvenwendepunkt gefundenen, sehr einheitlichen Verlustwerte mit den von Stälfelt ermittelten Grenzwerten der Reaktion zu der Annahme, daß eine aktive Schließbewegung der Stomata zu dem allgemeinen und eindeutigen Umschlag der Kurven in die Horizontale geführt hat. Im Wendepunkt unserer Kurven zeigt sich die Reaktion allerdings bereits voll wirksam. Der hier gefundene Wasserverlust kann also nur annähernd den für die Reaktion entscheidenden Grenzwert angeben. Die Reaktionsschwelle für die Transpirationseinschränkung ist schon unterhalb dieses Wertes zu suchen. Sie wird etwa bei 3,5—4,5 % Wasserverlust vom Frischgewicht liegen. Durch die

aktive Schließbewegung ist die Wasserabgabe der Blätter so weit eingeschränkt, daß die Transpirationsraten der letzten Wägungen im Durchschnitt nur mehr 10,7 % der Anfangstranspiration betragen.

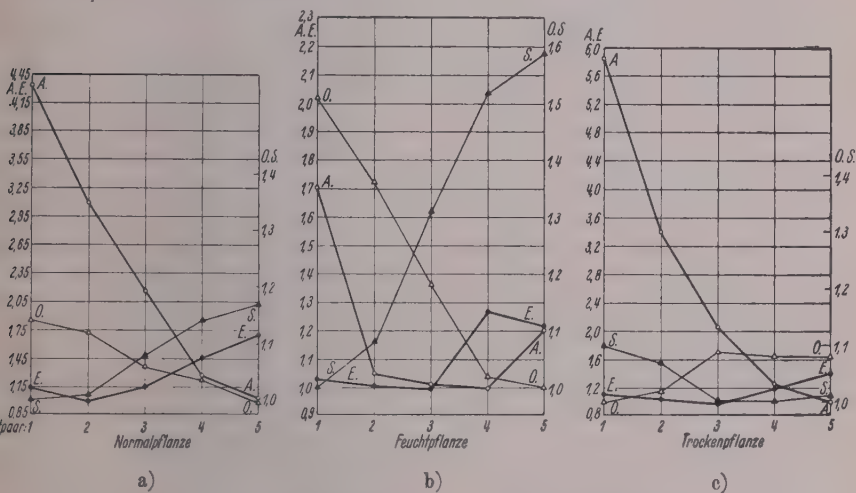
Während des Horizontalverlaufs der Kurven findet noch bis zum Versuchsende ein sehr langsames Absinken der Transpiration statt, das der Abnahme des Wassergehaltes der Blätter entspricht. Es ist anzunehmen, daß hier nur mehr kutikulare Transpiration erfolgt, die wesentlich durch die Außenbedingungen bestimmt wird. Die Transpirationsraten sind aber durchaus nicht bei allen Blättern gleich. Vielmehr ist häufig eine gegenüber dem ersten Welkungsabschnitt umgekehrte Größenordnung derselben zu beobachten, d. h. die ältesten Blätter haben nun höhere Transpiration als die jüngeren. Dieser Feststellung ist zunächst zu entnehmen, daß den älteren Blättern noch eine Wasserreserve zur Verfügung steht, wenn der Wasservorrat der jüngeren Blätter bereits stark erschöpft ist. Offenbar wirken sich hier strukturelle Unterschiede zwischen den Blattpaaren aus, die in der Oberflächenentwicklung und im Sukkulenzgrad der Blätter miteinander verglichen werden können.

5. Der Einfluß der Oberflächenentwicklung und des Sukkulenzgrades der Blätter auf die Transpirationsgrößen.

Die Oberflächenentwicklung gibt an, wie groß die Blattoberfläche ist, welche auf 1 g Frischgewicht des Blattes entfällt. Die Wasserabgabe von diesem Gramm Frischgewicht wird um so größer sein, je größer der Quotient Oberfläche/Frischgewicht ist. Im Sukkulenzgrad, unter welchem das Verhältnis von Frischgewicht zur Blattoberfläche eingesetzt ist, kommt dagegen der Wasservorrat eines Blattes zum Ausdruck. Die größere Oberflächenentwicklung mußte sich bei den vorliegenden Untersuchungen am deutlichsten im Beginn des Welkens, also schon bei der Anfangstranspiration auswirken. Der größere Sukkulenzgrad vermag den Welkungsverlauf zu beeinflussen, etwa in der Weise, daß bei kleinerem Wasservorrat die Transpirationsraten rascher absinken als im entgegengesetzten Falle.

Um diese Beziehungen zu verdeutlichen, sind in Abb. 15 für jede Wuchsform jeweils Anfangstranspiration und Oberflächenentwicklung sowie Endtranspiration und Sukkulenzgrad wiedergegeben worden. Die für jedes Blattpaar in die Abbildungen ein-

getragenen Werte der Anfangstranspiration, der Oberflächenentwicklung und der Sukkulenz sind Mittelwerte aus allen in den Monaten März—Mai herangewachsenen Blättern der betreffenden Wuchsform. Die Mittelwerte der Endtranspiration für die Blattpaare wurden ebenfalls aus allen untersuchten Blättern errechnet, wobei für jedes einzelne Blatt drei Transpirationsraten der zweiten Welkungsperiode zusammengefaßt wurden. Jeweils der kleinste Mittelwert von Anfangs- und Endtranspiration, Oberflächenentwicklung und Sukkulenzgrad bei den fünf Blattpaaren wurde gleich 1 gesetzt; darauf sind die übrigen vier Werte bezogen worden.



A. = Anfangstranspiration, E. = Endtranspiration,
O. = Oberflächenentwicklung, S. = Sukkulenzgrad.

Abb. 15. Beziehung zwischen Anfangstranspiration und Oberflächenentwicklung sowie Endtranspiration und Sukkulenzgrad bei den drei Wuchsformen.

Bei der Normalpflanze in Abb. 15a finden sich höchste Anfangstranspiration und größte Oberflächenentwicklung beim ersten, jüngsten Blattpaar. Beide Werte nehmen für die folgenden, tiefer inserierten Blattpaare ab. Das älteste, fünfte Blattpaar hat bei der geringsten Anfangstranspiration auch die geringste Oberflächenentwicklung. Es besteht hier also eine direkte Beziehung zwischen Oberflächenentwicklung und Anfangstranspiration, wobei allerdings die Anfangstranspiration in weit stärkerem Maße vom ältesten zum jüngsten Blattpaare hin zunimmt als die Oberflächenentwicklung.

Die Anfangstranspiration des jüngsten Blattpaares beträgt 433 % des Anfangswertes beim fünften Blattpaar, während die zugehörige Oberflächenentwicklung nur 114 % vom Werte der ältesten Blattfolge erreicht.

Die Grade der Sukkulenz sind beim jüngsten Blattpaar am geringsten und steigen zum ältesten Blattpaar hin an. Auch bei der Endtranspiration ist zu den älteren Blättern hin ein Ansteigen der Werte zu beobachten, das jedoch erst vom zweiten Blattpaar an einsetzt. Das erste Blattpaar hat die gleiche Endtranspiration aufzuweisen wie das dritte Blattpaar. Die Endtranspiration nimmt wiederum in stärkerem Verhältnis zu als die Sukkulenzgrade.

Die Verhältnisse entsprechen hier im allgemeinen den Erwartungen. Die trotz des niedrigsten Sukkulenzgrades beim ersten Blattpaar größere Endtranspiration gegenüber dem zweiten Blattpaar, das ein wenig sukkulenter ist, deutet aber bereits an, daß auch andere Faktoren noch auf die Größe der Transpirationsraten Einfluß haben. Man darf aber wohl vermuten, daß die stets wieder beobachtete höhere Endtranspiration der älteren Blätter zum großen Teil auf die größere Sukkulenz zurückzuführen ist. In dem Sichüberschneiden der Kurven für die Anfangs- und Endtranspiration zwischen drittem und viertem Blattpaar ist die Umkehrung der Reihenfolge der Transpirationsraten in den beiden Welkungsabschnitten der Versuche wiederzuerkennen.

Bei der Feuchtpflanze (Abb. 15b) besteht zunächst Übereinstimmung zwischen dem Verlauf der Anfangstranspiration und der Oberflächenentwicklung, sofern die Höchstwerte beider Größenordnungen beim jüngsten Blattpaar auftreten und von hier aus bis zum vierten Blattpaar abnehmen. Die Oberflächenentwicklung wird dann auch zum fünften Blattpaar hin noch kleiner. Indessen steigt die Anfangstranspiration wesentlich an. In dem hohen Anfangswert des fünften Blattpaares macht sich vermutlich bereits ein Einfluß des Sukkulenzgrades bemerkbar. Die Sukkulenz erreicht nämlich auch bei dieser Wuchsform den Höchstwert beim fünften Blattpaar; sie ist am geringsten für die jüngsten Blätter, nimmt aber sehr rasch und erheblich bei den folgenden Blattpaaren zu. Die Kurve der Endtranspiration befindet sich in Übereinstimmung mit der Sukkulenz nur im letzten, die Blattpaare 4 und 5 umfassenden Abschnitt, wobei sich für das fünfte Blattpaar sogar die nur bei höheren Sukkulenzwerten denkbare Gleichheit der Anfangs- und Endtranspiration während der Versuchsdauer ergibt. Die End-

transpiration der Blattpaare 1, 2 und 3 ist jedoch aus der Beziehung zur Sukkulenz allein nicht zu erklären.

Alle bisher erörterten unmittelbaren Beziehungen zwischen den Transpirationsgrößen und der Oberflächenentwicklung bzw. der Sukkulenz des transpirierenden Systems scheinen, wie die Abb. 15c zeigt, bei der Trockenpflanze völlig aufgehoben. Die größte Oberflächenentwicklung hat hier das dritte Blattpaar, dessen Anfangstranspirationswert hinter den entsprechenden Werten der ersten beiden Blattpaare zurückbleibt. Obwohl die Oberflächenentwicklung zum vierten und fünften Blattpaar hin nur wenig geringer wird, fällt die Anfangstranspiration dieser Blätter bis zum kleinsten Anfangswert ab. Die höchsten Anfangswerte finden sich bei den Blattpaaren 1 und 2, welche zugleich die kleinste Oberflächenentwicklung haben. Zeigt also die Kurve der Anfangstranspiration hier den auch bei der Normalpflanze beobachteten Abfall vom Höchstwert beim jüngsten zum niedrigsten Wert beim ältesten Blattpaar, so fehlt doch gänzlich ein ähnliches Verhalten der Kurve für die Oberflächenentwicklung. Die Kurve für die Endtranspiration fällt vom ersten zum dritten Blattpaar zunächst ab, steigt dann aber zum fünften Blattpaar hin wieder erheblich an. Auch hier besteht eine gewisse Ähnlichkeit mit der entsprechenden Kurve bei der Normalpflanze. Die Kurve der Sukkulenz dagegen steigt und fällt im entgegengesetzten Sinne. Bei der Trockenpflanze scheint demnach denjenigen Faktoren, welche auch bei den anderen Wuchsformen in Einzelfällen die unmittelbare Beziehung zwischen Oberflächenentwicklung und Anfangstranspiration sowie Sukkulenzgrad und Endtranspiration störten, ein stärkerer Einfluß auf den Transpirationsverlauf beim Welken zuzukommen. Da in allen Fällen jedoch die äußeren Bedingungen gleichartig sind, sind solche Faktoren in weiteren Unterschieden der Blattstruktur zu vermuten.

Dem Vergleich von Endtranspiration und Sukkulenzgrad sowie Anfangstranspiration und Oberflächenentwicklung bei den drei Wuchsformen ist zusammenfassend also zu entnehmen, daß in der Regel hohe Anfangstranspiration — kleine Endtranspiration und große Oberflächenentwicklung — geringer Sukkulenzgrad bei denselben Blattpaaren, und zwar den jüngsten auftreten; andererseits bestehen meist nebeneinander geringe Anfangstranspiration — größere Endtranspiration und kleine Oberflächenentwicklung — hoher Sukkulenzgrad bei den ältesten Blättern. Aus diesen Beziehungen kann demnach die Umkehrung der Größenordnung für

die Transpirationsraten im letzten Welkungsabschnitt verständlich werden. Das Beispiel des Trockentypus zeigt aber, daß diese Beziehungen bisweilen stark abgewandelt werden, so daß die Mitwirkung noch anderer Faktoren an der Gestaltung der Transpiration zu vermuten ist.

Die dargelegte Beziehung zwischen Oberflächenentwicklung und Anfangstranspiration hat schließlich noch für die Frage Bedeutung, wie die bei den Versuchen so häufig beobachtete Aufeinanderfolge der Anfangswerte nach der Insertionshöhe bzw. dem Blattalter zu erklären sei. Daß die Transpirationswerte von Blättern mit der Insertionshöhe ansteigen, ist verschiedentlich beobachtet worden, so von Arland, Thomas, Reiss und Philipp, ohne daß die dafür maßgeblichen Ursachen angegeben worden sind. Wenn nun mit zunehmender Oberflächenentwicklung die Anfangstranspiration steigt und die Oberflächenentwicklung zugleich vom ältesten zum jüngsten Blattpaar hin zunimmt, könnte die Frage beantwortet erscheinen. Es ist aber z. B. von Kamp bereits festgestellt worden, daß innerhalb einer Art die Gesamtfächentranspiration mit zunehmender Oberflächenentwicklung geringer wird. Daher müssen sich die gewichtsbezogenen Transpirationsraten der einzelnen Blattstufen einander nähern, wodurch die beobachtete Ordnung wieder durchbrochen werden kann. Wahrscheinlich steht die regelmäßige Anordnung der Anfangstranspirationen außerdem in Beziehung zur Saugkraft, welche für die höher inserierten Blätter größer ist als bei den tiefer angesetzten Blättern (Stålfelt 1935, und dort genannte Autoren). Darauf deutet auch die z. B. von Schröder erwähnte Beobachtung hin, daß die jüngsten Blätter einer Pflanze beim Welken zuletzt die Turgeszenz verlieren, sich aber bei neuer Wasserzufuhr zuerst wieder straffen. Da die Abstufung der Anfangswerte in unseren Versuchen sowohl bei vor Versuchsbeginn dunkel gehaltenen Pflanzen wie bei unmittelbar aus dem Tageslicht verwendeten Pflanzen festzustellen ist, kann jedenfalls angenommen werden, daß ferner die kutikuläre Transpiration wesentlichen Einfluß darauf hat. Dieser Vermutung widerspricht allerdings wiederum Kamps Feststellung, daß ältere Blätter größere Kutikulartranspiration besitzen als jüngere.

Die Klärung der Frage nach den Ursachen der dem Blattalter entsprechenden Abstufung der Anfangstranspirationen würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten. Es sei daher nur darauf hingewiesen, daß derartige Unterschiede bei Vergleichen kurzfristiger

Transpirationsbestimmungen stets berücksichtigt werden müssen¹⁾. Daß neben dem Blattalter die Wuchsform der ganzen Pflanze auf die Transpiration während des Welkens entscheidend einwirkt, und daß diese Einwirkungen, wie die Untersuchungen gezeigt haben, erst im Verlaufe von einigen Stunden nach dem Beginn des Welkens ausgeglichen werden, ist für die Anwelkmethode von besonderer Bedeutung.

Die vorstehenden Untersuchungen wurden im Botanischen Institut der Universität Münster in Westfalen durchgeführt und von der Philosophischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät als Dissertation angenommen. Herrn Dozenten Dr. Schratz spreche ich für die Anregung zu dieser Arbeit und das ständige Interesse an ihrem Fortgange meinen besten Dank aus. Auch Herrn Prof. Dr. Benecke danke ich für das meiner Arbeit stets entgegengebrachte Interesse.

VI. Zusammenfassung.

1. Der Welkungsvorgang ist an *Coleus hybr.* untersucht worden. Von einer reinen Linie der Versuchspflanze wurden mehrere Wuchsformen — Winterpflanzen, Normal-, Feucht- und Trockenpflanzen — bei verschiedener Dampfspannung zum Welken gebracht.

2. Im Welkungsverlauf wurde ein vorübergehender Transpirationsanstieg festgestellt, der mit großer Regelmäßigkeit bei bestimmten Blattpaaren von Normal und Trockenpflanzen auftrat. Bei den Feucht- und Winterpflanzen blieb der Transpirationsanstieg meist aus.

3. Es konnte nachgewiesen werden, daß das Auftreten und die Höhe des Anstieges abhängig ist von der Größe des Wasserverlustes in der ersten Welkungsperiode. Weiterhin war ein Einfluß der Welkungsgeschwindigkeit auf das Eintreten der Transpirationszunahme festzustellen.

4. Als Grenzwert des Wasserverlustes, bis zu dem der Anstieg eintreten kann, wurde für *Coleus* ein Verlust von 1,5 % des Frischgewichtes gefunden. Nach einem Wasserverlust von mehr als 1,5 % des Frischgewichtes fielen die Welkungskurven in der Regel fortlaufend ab.

¹⁾ Vergl. Walter, Referat Zs. Bot. 30/10. 1936. 504—505.

5. Aus dieser Beziehung zum Wasserverlust, die mit ähnlichen Beobachtungen Stålfelts übereinstimmt, ließ sich der Transpirationsanstieg durch eine passive Öffnungsbewegung der Schließzellen erklären.

6. Bei abfallenden Kurven zeigte sich im Welkungsvorgang ein kritischer Punkt, von dem aus die Transpirationsraten nur noch sehr langsam abnehmen, so daß die Kurven dann etwa horizontal verlaufen.

7. In diesem Punkte tritt eine aktive Schließbewegung der Stomata in Erscheinung, die bei einem Wasserverlust von 3,5—4,5 % des Frischgewichts als beendet gelten kann.

8. Im letzten Welkungsabschnitt war im Gegensatz zum ersten Abschnitt die Wasserabgabe der älteren Blätter größer als die der jüngeren. Die Umkehrung des Größenverhältnisses der Transpirationsraten ließ sich zum Teil durch Unterschiede der Oberflächenentwicklung und des Sukkulenzgrades erklären.

9. Die Anfangswerte der Transpiration zeigten eine deutliche Beziehung zur Insertionshöhe der Blätter.

VII. Literaturnachweis.

- Alexandrow, W., Alexandrow, O. u. Timoféev, A., Die Wasserversorgung der Blätter und ihre Struktur. Mem. d. wiss. Abt. d. Bot. Garten in Tiflis (deutsche Zusammenfassung) 1921.
- Arland, A., Das Problem des Wasserhaushaltes bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in kritisch-experimenteller Betrachtung. Wiss. Arch. Landw., Abt. A 1 (1929).
- Burgerstein, A., Die Transpiration der Pflanzen. Jena, I. Teil 1904, II. Teil 1920, III. Teil 1925.
- Darwin, F., Observations on Stomata. Phil. Transact. Roy. Soc. London 1898.
- Janisch, E., Über die Methoden zur Konstanthaltung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im biologischen Laboratoriumsversuch. Abderhaldens Handb. d. biol. Arbeitsmethoden 1933, Abt. V, Teil 10.
- Kamp, H., Untersuchungen über Kutikularbau und kutikuläre Transpiration von Blättern. Jahrb. wiss. Bot. 72, 1930.
- Keller, B., Halophyten und Xerophytenstudien. Journ. Ecology 13, 1925.
- Laidlaw, C. G. und R. C. Knight, A description of a recording porometer and a note on a stomatal behaviour during wilting. Ann. Bot. 30, 1916.
- Lebedincev, E., Physiologische und anatomische Besonderheiten der in trockener und in feuchter Luft gezogenen Pflanzen. Ber. D. Bot. Ges. 45, 1927.
- Molisch, H., Das Offen- und Geschlossensein der Spaltöffnungen, veranschaulicht durch eine neue Methode (Infiltrationsmethode). Zeitschr. Bot. 4, 1912.
- Lloyd, F. E., The physiology of stomata. Carn. Inst. of Washington, Publ. 82, 1908.

- Philipp, Transpirationsversuche mit *Beta*-Rüben im Laboratorium und Freiland. Diss. Leipzig 1931.
- Reiss, G., Die Weiterentwicklung der „Anwelkmethode“ und ihre Verwendung zur Beantwortung von Sorten- und Düngungsfragen. Wiss. Arch. f. Landw., Abt. A, 1931.
- Rippel, A., Der Einfluß der Bodenfeuchtigkeit auf den anatomischen Bau der Pflanzen, insbes. von *Sinapis alba*. B. B. Cbl. **36**, 1919.
- Schorn, Marg., Untersuchungen über die Verwendbarkeit der Alkoholfixierungs- und der Infiltrationsmethode zur Messung von Spaltöffnungsweiten. Jahrb. wiss. Bot. **71**, 1929.
- Schröder, Dom., Über den Verlauf des Welkens und die Lebensfähigkeit der Laubblätter. Diss. Göttingen 1909.
- Seybold, A., Die physikalischen Komponenten der pflanzlichen Transpiration. Monogr. a. d. Gesamtgebiet d. wiss. Bot. Berlin 1929.
- , Die pflanzliche Transpiration. Ergebn. d. Biol. Berlin 1929.
- Stälfelt, M. G., Die Abhängigkeit der Spaltöffnungsreaktionen von der Wasserbilanz. Planta **8**, 1929.
- , Die photischen Reaktionen im Spaltöffnungsmechanismus. Flora **121**, 1927.
- , Die Transpiration und CO₂-Assimilation bei Blättern und Stroh des Hafers. Zs. Angew. Bot. **17**, 1935.
- Thomas, A., Studien über den Wasserhaushalt des Hafers. Bot. Arch. **21**, 1928.
- Weber, F., Stomataöffnen welkender Blätter. Ber. D. Bot. Ges. **45**, 1927.
- Yapp, R. H., *Spiraea Ulmaria* L. and its bearing on the problem of Xeromorphy in marsh plants. Ann. Bot. **26**, 1912.

Kleine Mitteilungen.

Geheimrat Appel zum 70. Geburtstag.

Der Vorstand der Vereinigung für angewandte Botanik, vertreten durch die Unterzeichneten, überreichte unserem langjährigen Vorsitzenden, Herrn Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. Dr. h. c. Otto Appel, zum 70. Geburtstag ein in Pergament gebundenes Exemplar des Appel-Heftes (Heft 2) und in einer Ledermappe die folgende in Kunstschrift geschriebene, von Professor Dr. Spieckermann verfaßte Glückwunschanrede:

Hochverehrter Herr Geheimrat!

An diesem Maientage, da Sie die Schwelle zum biblischen Alter überschreiten, erscheinen bei Ihnen Gratulanten aus aller Welt. Das Vaterland und das Ausland grüßen Sie, die Wissenschaft entsendet ihre Boten und in den Kreisen der Praxis, im Nährstand sowohl wie in Industrie und Handel gedenkt man Ihrer mit warmem Dankesgefühl. Mit besonderem Stolz aber nahen sich Ihnen die Vertreter der angewandten Botanik, der in erster Linie Ihre Liebe und Ihre Lebensarbeit gegolten hat. Die Vereinigung für angewandte Botanik, die ihrem Mitbegründer und langjährigen Vorsitzenden ihre Glückwünsche überbringt, ist sich bewußt, daß sie im Namen aller Botaniker und Naturwissenschaftler spricht, deren Arbeitsziel die Förderung der nationalen Wirtschaft durch wissenschaftliche Forschung ist.

Ihr siebzigster Geburtstag erhält seine besondere Weihe dadurch, daß er in eine Zeit höchster nationaler Kraftanspannung fällt, in der auch der von Ihnen geführten angewandten Botanik und den ihr nahestehenden Wissenschaften bedeutsame Aufgaben zugeteilt werden, und mit tiefer Freude muß es Sie erfüllen, daß dem wichtigsten Arbeitsgebiet Ihres Lebens, dem deutschen Pflanzenschutz, endlich die von Ihnen seit einem Vierteljahrhundert erstrebte gesetzliche Grundlage gegeben worden ist, und daß man Ihre Erfahrung und Ihr Ansehen noch einmal aufruft, um wissenschaftliche Erkenntnisse in die letzten Reihen der den Boden bebauenden Volksgenossen zu tragen. So wird dieser Tag für Sie der Tag der Reife, der reichen Ernte dessen, was Sie in Ihrer Lebensarbeit gesät und gepflegt haben!

Wenn heute die Älteren unter uns, die neben und mit Ihnen die Jugend- und Mannesjahre gemeinsamer Forschung und organisatorischer Arbeit verlebt haben, über die Grundlagen Ihrer Leistungen und Erfolge nachsinnen, so glauben Sie das Geheimnis in Ihrer Persönlichkeit zu erkennen, der es durch Vereinigung glücklicher Eigenschaften möglich war, nicht nur eines der bedeutensten Forschungsinstitute für Pflanzenpathologie und Biologie mit Erfolg zu leiten und stetig auszubauen, sondern auch den praktischen Pflanzenschutz in seinen vielfachen Äußerungen zu entwickeln und in zweckmäßigster Weise in die nationale Wirtschaft und den internationalen Verkehr einzugliedern. Ihr glückliches Temperament, aus heiterer Lebensbejahung mitteldeutschen Volkstums erwachsen, gab Ihnen Kraft und Geschick, Mitarbeiter aus allen deutschen Gauen zu freiwilliger Arbeitsgemeinschaft zusammenzuschließen, in der jeder nach Anlage und Neigung wissenschaftlich oder organisatorisch sein Bestes für das gemeinsame große Ziel hergab. Es soll Ihnen unvergessen sein, daß Vertreter der verschiedensten Anschauungen auf hart umstrittenen wissenschaftlichen Arbeitsgebieten von Ihnen mit gleicher Liebe gefördert wurden. Sie sind sich stets dessen bewußt geblieben, daß Synthese nur aus vorurteilsloser Zusammenfassung zahlreicher Einzeluntersuchungen erwachsen kann. Deshalb schart sich auch in Ihren alten Tagen die suchende, kämpfende Jugend mit besonderer Anhänglichkeit um Sie. Das große Ansehen und Vertrauen, das Sie auch bei den Vertretern des praktischen Lebens stets besessen haben, ist darin begründet, daß Sie nicht nur Gelehrter, sondern auch kraft Veranlagung, Neigung und Entwicklung der Typus des von uns erstrebten deutschen Pflanzenschutzsachverständigen sind, in dem weite wissenschaftliche Bildung mit dem Verständnis für die Erfordernisse der Landwirtschaft, der Industrie, des Handels und der Verwaltung glücklich verbunden sind. Ihnen war das Leben stets wichtiger als der Paragraph.

So treten Sie denn in das achte Jahrzehnt ein, von allen geehrt, von vielen geliebt, den Älteren ein Stolz und eine frohe Erinnerung guter Kameradschaft, den Jungen ein Vorbild, das ihrem Leben Richtung geben kann — alle aber vereint in dem Wunsche, daß Sie noch manches Jahr mit Frische und Humor den angewandten Botanikern als Freund und Berater erhalten bleiben mögen!

Für die Vereinigung für angewandte Botanik:

H. Braun, K. Snell, C. Stapp.

Wachsende Kiefernstümpfe.

In der russischen Zeitschrift „Forstwirtschaft und Forstnutzung“ von 1935, Nr. 12 berichtet A. P. Junovidow (leider ist mir die Arbeit nur in Form eines Referates in der Zeitschrift „Sowjetbotanik“ 1936, Nr. 5, S. 176 zugänglich) über seine interessanten Beobachtungen im Karaganda-Gebiet. Zuerst bemerkte der Verfasser zufällig einen Kiefernstumpf, der nach dem Fällen ein weiteres Dickenwachstum zeigte. Nach weiteren Untersuchungen wurde festgestellt, daß es sich um eine sehr häufige Erscheinung handelt. Der angelegte Versuch zeigte 30% wachsende Stümpfe. Das Wachstum wurde aber nur bei den Stümpfen beobachtet, die sich zwischen anderen Bäumen oder an Waldrändern befanden. Ihre Lebensdauer beträgt 16 Jahre und mehr. Nach genaueren Untersuchungen stellte sich heraus, daß die Baumstümpfe z. T. mit in der Nähe stehenden Bäumen an den Wurzeln verwachsen waren und so auf diese Weise ihre Nährstoffe bezogen. Die Verwachsung vollzieht sich bereits früher, und die Kambiumzonen beider Wurzeln bilden dabei eine gemeinsame Schicht, die dann jährlich einen Rinden- und Holzring ausbildet. Nach der Zahl der Ringe läßt sich die Verwachsungszeit ermitteln. Besonders leicht verwachsen die jungen Wurzeln der alten Bäume. Daß bei den mit den Wurzeln verwachsenen Bäumen ein Nährstofftransport möglich ist, beweist ein Versuch mit den alten beringten Kiefern, die seit 8 Jahren die Nahrung von den benachbarten Bäumen durch die verwachsenen Wurzeln beziehen.

M. Klemm.

Besprechungen aus der Literatur.

Bavendamm, W. Erkennen, Nachweis und Kultur der holzverfärbenden und holzzersetzenden Pilze. Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden (Abderhalden) Abt. XII, Teil 2, H. 7 (Lieferung 457), S. 917—1134. Verlag Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien, 1936. Preis brosch. RM. 11,50.

In monographischer Ausführlichkeit werden die holzerstörenden und holzverfärbenden Pilze und ihre Wirkungsweise behandelt. Der erste Abschnitt „Makroskopisches Erkennen einer pilzlichen Holzerkrankung“ enthält die allgemeinen, physikalischen und mechanischen Merkmale sowie Bestimmungstabellen nach Pilzfruchtkörpern und Holzarten. Im zweiten Teil werden die mikroskopischen und chemischen Verfahren zum Nachweis pilzlicher Holzerkrankung beschrieben. Der dritte Abschnitt, eine eingehende Darstellung der Isolierung und Reinkultur der in Rede stehenden Schadpilze, bringt alles Wissenswerte über Kulturmethode, Nährböden, Sporenkeimung sowie makroskopische, mikroskopische und physiologische Verfahren zur Untersuchung der Pilzmyzelien. Den Schluß bildet ein äußerst umfangreiches Schrifttumsverzeichnis, dessen Benutzung allerdings durch reichlich weit getriebene Abkürzungen, für die ein besonderer Schlüssel beigelegt ist, erschwert wird. Vielleicht war aber diese Maßnahme aus Gründen der Raumersparnis nicht zu umgehen.

Leider ist es nicht möglich, in Form einer kurzen Besprechung näher auf diese inhaltsreiche Arbeit einzugehen. Bei der zunehmenden Bedeutung, die der Holzschutz gewinnt, wird sie von allen, die sich mit diesem Problem befassen müssen, lebhaft begrüßt werden.

H. Richter, Berlin-Dahlem.

Dürken, B. Entwicklungsbiologie und Ganzheit. Ein Beitrag zur Neugestaltung des Weltbildes. Verlag Teubner 1936. 207 Seiten Text mit 56 Abbildungen. Preis RM 6,80.

Dieses für einen breiteren Leserkreis geschriebene Buch im Rahmen der „angewandten Botanik“ zu besprechen, ist nicht allein aus dem Grunde schwierig, weil es vornehmlich „zoologische“ Objekte zum Gegenstande seiner Beweisführung hat, sondern weil es an Dinge rührt, die zum mindesten noch stark umstritten sind. Wissenschaftstheoretisch ist doch die Sachlage so, daß sich ein Kreis „theoretischer“ (nach Friedrichs) „Schreibtisch“-Biologen heute von der bisher üblichen Betrachtung und Deutung experimenteller Beweise losgesagt hat, ja mit einer ganz anderen Fragestellung an das Naturgeschehen (s. auch Troll, vergleichende Morphologie der Pflanzen) herangehen will. — Man wirft den experimentierenden Wissenschaften vor, über den analytischen Arbeiten den Zusammenhang mit dem Ganzen verloren zu haben und strebt im „Holismus“ oder „Organizismus“ ein Weltbild an, das das Ganze über die Teile stellt. Ref. wagt die Behauptung, daß erst zu nehmende Naturwissenschaftler kaum den Primat der Elementarteilchen über das Ganze — abgesehen von einigen Extremisten (vielleicht Virchow) — propagiert haben. Aber um der Kausalität der Erscheinungen willen, kann und muß nur der Weg der induktiven Methode beschritten werden, will man nicht über die ja doch nicht restlos erklärbare „Ganzheit“ des Organismus stolpern und „des Begreifens der Funktionen seiner lebenswichtigen Einzelheiten“ verlustig gehen. Das in den Augen der „Holisten“ vielleicht unsinnigste Experiment hat ja wohl Mendel vorgenommen, als er den Pflanzenorganismus in ein „Bukett“ von Einzelmerkmalen und Eigenschaften „auflöste“ und ihre Erbgänge einzeln studierte. Heute ernten wir die Früchte seiner (und seiner Nachfolger) Analysen, deren schönste vielleicht die vielversprechenden Erfolge der Kombinationszüchtung und die Ansätze auf dem Gebiete der qualitativen Eugenik beim Menschen sind. Daß der Mensch die eigentlich nie bestrittene innerlich geschlossene Einheit des lebenden Organismus aufteilen muß, entspringt nicht eigentlich der Natur der Sache, sondern nur der Begrenztheit des menschlichen Fassungsvermögens, die allerdings je nach der Materie und der Begabung des Einzelnen zwangsläufig zu einer Arbeitsteilung führen muß (s. auch Planck, 1933).

So ist denn das Buch Dürkens in der Art, wie es für berechnigte „ganzheitliche“ Gedankengänge wirkt, ohne Zweifel geeignet, auch den Laien in die Probleme einzuführen, wenn man nur daran festhält, daß das Ziel jeder wissenschaftlichen Arbeit immer nur auf die Erforschung der Wahrheit gerichtet sein muß, und zwar unbekümmert um alle „holistische Kausalitätsdeuterei“.

Kausche, Berlin-Dahlem.

Festschrift zum 80. Geburtstag von H. Molisch. Mit einem Bild, einer Tafel und 79 Abb. im Text, 454 S. Mikrochemie, internationale Zeitschrift für deren Gesamtgebiet. E. Haim & Co., Wien u. Leipzig 1936.

Freunde, Schüler und Fachkollegen haben in Gemeinschaft mit der Redaktion und dem Verleger der Zeitschrift für Mikrochemie einen stattlichen Festband mit 48 Aufsätzen zusammengestellt und dem Jubilar und Altmeister der Mikrochemie, H. Molisch, zu seinem 80. Geburtstag, als Ehrengabe dargebracht.

Aus der Fülle des Gebotenen ist zunächst einmal zu ersehen, in wie vielfältiger Weise sich die mikrochemischen Arbeitsmethoden bewährt haben und auf welchen Gebieten sie Anwendung finden können. So beschreibt Abderhalden-Halle die Anwendung der Tüpfelreaktion bei der Ausführung der Ninhydrinprobe, die eine wesentliche Vereinfachung beim Nachweis von Abwehrproteinasewirkungen darstellt. Böttcher-Leipzig zeigt an der Prüfung auf Silberhalogenid und beim Magnesiumnachweis, wie man die Mängel in der Beschaffenheit der auf dem Objektträger hervorgebrachten Fällungen vermeiden kann und durch Verhinderung der Entstehung von zahlreichen Keimen und deren raschem Wachstum zu brauchbaren und charakteristischen Kristallformen kommt. Frey-Wyssling legt eine Arbeit aus seinem Arbeitsgebiet über die optische Unterscheidung der verschiedenen Zellulosearten vor. Sie zeigt die Bedeutung polarisationsoptischer Methoden für das Gebiet der Mikrochemie und -physik der Pflanze. Mit Hilfe des Becke-Verfahrens kann man Hydratzellulose und native Zellulose an der Differenz ihres Lichtbrechungsvermögens unterscheiden. Die Verfeinerung der Mikro-Kohlenstoff-Wasserstoffbestimmung durch verbesserte Wägetechnik wird von Friedrich und Stemberg-Wien für Substanzmengen von 0,3 bis 0,5 mg versucht. Sie schufen dafür ein neues Modell eines verschließbaren Absorptionsapparates. Über die Mikro-pH-Messung mit Chinhydron berichtet Fuhrmann-Graz, der eine Mikroapparatur für Chinhydronelektroden zusammenstellte, die es ermöglicht, in rascher Folge mit sehr geringen Substanzmengen im Bereiche von pH 4 bis pH 9,5 praktisch genügend genaue Messungen durchzuführen. Die Messung wird im gasdichten Raum einer kleinen Kammer unter einer Atmosphäre von reinem, besonders sauerstoffreiem Stickstoff ausgeführt, wobei der Chinhydronzusatz zum Substrat erst nach der Entfernung des Luftsauerstoffes erfolgt. Zum Studium der chemischen und physikalischen Verhältnisse der Riesenchromosomen bei Dipteren verwenden Hellström und Euler-Stockholm die Beobachtung im Dunkelfeld mit Kardioidkondensor und im ultra-violetten Licht.

Die wenigen Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie wichtig die Beherrschung mikrochemischer und physikalischer Arbeitsmethoden für das Gesamtgebiet der Physiologie geworden ist. Es mag daher dem Jubilar eine Genugtuung sein, daß seine wegweisenden Arbeiten auf diesem Gebiet so reiche Frucht getragen haben.

Kausche, Berlin-Dahlem.

Feucht, O. Der Wald als Lebensgemeinschaft. 80 Seiten mit 32 Abb. im Text und 166 Lichtbildern auf 80 Kunstdrucktafeln. Verlag Hohenlohesche Buchhandlung, Ferd. Rau, Oehringen 1936. Ganzleinen RM. 3,50.

Das Buch besteht aus zwei Teilen: dem Text mit 32 Strichzeichnungen und 166 gut gelungenen Lichtbildern, vorwiegend vom Verfasser (Wald, einzelne Pflanzen und Tiere), auf Kunstdrucktafeln mit ausführlichen Erklärungen. In dem ersten Abschnitt des Textes wird der natürliche Aufbau des Waldes behandelt. Hier zeigt der Verf., aus welchen Bestandteilen der Wald sich zusammensetzt, wie diese Teile in ihren gegenseitigen Beziehungen untereinander und mit dem Standort verbunden sind und eine Lebensgemeinschaft bilden. „Grundlegend für die Zusammensetzung und natürliches Fortbestehen einer

Waldgemeinschaft im einzelnen Falle ist die Frage, ob es ihr gelingt, sich aus sich selbst heraus zu erneuern, d. h. ob Boden, Licht und Klima in ihren Verflechtungen die Selbstregulierung aus eigenem Samen auf die Dauer gewährleisten. Nur unter dieser Voraussetzung ist eine natürliche Waldgemeinschaft denkbar.“ (S. 31.) In allen anderen Fällen ist eine eingreifende künstliche Hilfe notwendig, um den Wald zu erhalten. Im zweiten Abschnitt sind die Eingriffe des Menschen beschrieben. Hier werden das Wesen und die Bedeutung der forstlichen Arbeiten und ihre Folgen für die Waldgemeinschaft erklärt. Der Text wird durch Strichzeichnungen und Lichtbilder veranschaulicht. Von den Strichzeichnungen sollte bei der nächsten Auflage des Buches dem Bild 11, S. 23 (Pollenkörner der Waldbäume) mehr Sorgfalt geschenkt werden (besonders den Zeichnungen Nr. 3, 7, 9, 10 und 11).

Dem Verf. ist es gelungen, in seinem Buche immer auf der goldenen Mitte zwischen trockener Wissenschaftlichkeit und volkstümlicher Darstellungsweise zu bleiben. Wenn auch das Buch von Forstmeister Feucht für einen breiten Leserkreis bestimmt ist, kann es auch dem Fachmann sowie auch jedem Waldgänger zum Genuß und zur Belehrung dienen.

Das Buch verdient seiner vorzüglichen Ausstattung, seines sachkundigen, leichtfaßlichen Inhaltes und seines sehr niedrigen Preises wegen weite Verbreitung.

M. Klemm, Berlin-Dahlem.

Foerster, Karl. Garten als Zauberschlüssel. Verlag Rohwohlt, Berlin. 400 Seiten, 167 Tafeln und 140 Zeichnungen. Kart. 4,50. Leinen 5,50 RM.

Das Buch enthält Beschreibungen von Ziergartenpflanzen, Darstellungen ihrer Standortseigentümlichkeiten und im großen und ganzen die Bildfolge des jahreszeitlichen Wechsels der Lebensgemeinschaften des Gartens. Als wertvolle Bestandteile des behandelten Stoffes sind Herkommen, Wanderwege und Zuchtgeschichten einzelner Formen, übersichtlich geordnete Sortenlisten und ein mit wenig Ausnahmen wirklich hervorragendes Bildmaterial zu nennen.

So könnte das Sachreferat schließen, und man könnte dem Buche auch schon in diesem Rahmen die Anerkennung einer Bedeutung zollen — denn ein Meister hat es geschrieben —, wenn nicht ganz andere Werte hervorzuheben und zu besprechen wären, die über dem Wert des behandelten Stoffes stehen. Karl Foerster ist als Schriftsteller ein Begriff. Allzu trockene Fachleute bezweifeln, daß seine Art der Behandlung des Stoffes richtig sei. Jedenfalls ist sie für einen Menschen, dessen Denkmaschine noch etwas gefühlsmäßiges Auffassen ästhetisch zu bewertender Dinge erlaubt, ein Genuß. Karl Foersters Art ist auch erfolgreich, denn sie hat nicht allein einen zahlreichen, sondern auch einen vielseitigen und begeisterten Leserkreis erobert. Es gibt kein Buch botanischen oder gemeinverständlich-gärtnerischen Inhaltes aus den letzten Jahren, das die Verbreitung des vorliegenden erreicht hat. Aber nicht in der Tatsache, sondern in der Ursache des Erfolges liegt die geheimnisvolle Bedeutung dieses Buches.

Ein Mensch hat die Wunschträume seiner Zeitgenossen durchschaut. In Millionen Kleingärten und Hausgärten stehen täglich Millionen Menschen vor dem Pflanzenwunder und träumen von noch viel größerem Formenreichtum und noch schönerer Farbenpracht. Und hier setzt Karl Foerster an: „Schönheit ist mehr als Schönheit, scheint mit

innersten Geheimnissen der Welt und des Heimatgefühls zusammenzuhängen.“ Dies ist sein Thema. Er variiert es meisterhaft und zeigt seinem Leser immer neue „Glücksgebiete des Lebens“. So findet er den Leser und führt ihn in die Probleme der Zeit. Der Mensch von heute braucht nicht in den Wald und in die Gärten geholt zu werden. Er drängt dorthin. Sein Streben gilt nicht dem primitiven „Zurück zur Natur“, sondern er gewinnt im Umgang mit Pflanzen ein neues Formgefühl, mit dem er frei von den Modernismen des Snob sich seine Umwelt schafft. Karl Foerster sieht diese Dinge nicht als Tagesereignis, dessen Inhalt morgen unmodern sein könnte, sondern — und hierin wird er zum Programmatiker — als Entwicklung, die nicht aufzuhalten ist. Der schon unübersehbare und sich stets noch vermehrende Formenreichtum der Gartenwelt hat für alle etwas Gemeinsames und für jeden etwas Besonderes. Die Wohnkultur des Menschen der nächsten Zukunft wird enge Bindungen an die Gartenpflanze haben. Der Wunsch nach der „eigenen Scholle“ ist nicht mehr allein aus soziologischen Motiven heraus zu verstehen und zu behandeln, denn das drängende Verlangen gewinnt einen neuen Antrieb durch die Liebe zur Pflanze, die im Menschen wächst. Vielleicht entfesselt dieser elementare Trieb mehr Schöpferkraft als die Soziologie; es wäre zu wünschen.

Wartenberg, Berlin-Dahlem.

Fortschritte der landwirtschaftlich-chemischen Forschung 1936.
Verlag J. Neumann-Neudamm und Berlin, 1937, 382 S. Preis geb. 15,— RM.

Das bisher stattlichste Sonderheft 6 des „Forschungsdienstes“ enthält die Vorträge und Berichte der Münchener Tagung der Fachgruppe „Landwirtschaftschemie“ des Vereins Deutscher Chemiker und der Göttinger Tagung des Forschungsdienstes vom Sommer und Herbst 1936. Im Rahmen eines kurzen Referates ist es unmöglich, hier auf die einzelnen Vorträge näher einzugehen. Es soll nur im großen Ganzen auf den reichen Inhalt dieses Sonderheftes und das vielfältige Bild, das es von dem gegenwärtigen Stand der Landbauwissenschaften entrollt, hingewiesen werden.

Den Auftakt bilden vier allgemeinere Vorträge der Göttinger Tagung, die unter dem Zeichen der Erinnerung an Hermann Hellriegel stand, an der Spitze die Eröffnungsrede Konrad Meyers „Vom Wesen und Sinn wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit“.

Die zweite Gruppe von Vorträgen umfaßt Probleme aus dem Gebiet der landwirtschaftlichen Bodenkunde, wie sie auf den Tagungen in München und Göttingen zur Erörterung standen. Den Hauptteil dieser Vorträge umfaßt die Frage und die Methoden der Bodenuntersuchungen, wie sie ja für Acker- und Gartenbau, Düngewirtschaft und Erzeugung von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Den dritten umfangreichsten Teil des Heftes bilden die Münchener und Göttinger Vorträge aus dem Gebiete der Pflanzenernährung und Düngung. Fragen der Pflanzenphysiologie und -chemie, der Bodenreaktion, der Düngemittelwirkung wechseln ab mit Problemen der Qualität, der Mikrobiologie u. a., um nur wahllos einiges zu nennen.

Hierauf folgen drei Vorträge aus dem Gebiete der Tierernährung, und den Abschluß bildet endlich eine Reihe interessanter Vorträge aus dem Gebiete der landwirtschaftlichen Gewerbeforschung, die neben

Untersuchungsmethoden und Problemen der Vorratswirtschaft vor allem Fragen aus dem Gebiet der Eiweiß- und Fettforschung umfassen.

Alles in allem eröffnet das vorliegende Sonderheft nicht nur für den Teilnehmer an diesen Tagungen, der diese Vorträge persönlich hören konnte, sondern sicher auch für den unbeteiligten Leser ein reiches Bild aus dem Bereich der landwirtschaftlich-chemischen, -physiologischen und -biologischen Forschung.

K. Schmalfuß.

Günther, O. Der Holzschutz und seine Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft. 90 S., Verlag W. Knapp, Halle a. S. 1937. Preis RM. 2,50, geb. 3,50.

In der kleinen Schrift ist umfangreiches Zahlenmaterial über Waldbau und Holzwirtschaft im Deutschen Reich sowie über die Verteilung der Waldflächen auf der ganzen Erde, in den einzelnen Erdteilen und den einzelnen europäischen Ländern zusammengestellt. Die Bedeutung der Holzwirtschaft für das deutsche Wirtschaftsleben, die Lage der deutschen Holzversorgung und die sich daraus ergebenden Maßnahmen zur Verminderung der Holzeinfuhr werden dargelegt. Es folgen kurze Abschnitte über die wichtigsten Holzerstörer und Zahlenangaben über die dadurch entstehenden Verluste. Bei dem zweiten Teil, der sich mit dem Holzschutz unmittelbar befaßt und einen kurzen Überblick über die Konservierungsverfahren und die dabei gebräuchlichen Mittel gibt, vermißt man allerdings eine ausreichende Verarbeitung der vorhandenen einschlägigen Literatur. In dem abschließenden experimentellen Teil werden die Ergebnisse der Prüfung einiger Holzschutzmittel mitgeteilt. Da dabei nur die Versuche mit *Coniophora cerebella* ausgewertet werden, sind die verallgemeinerten Schlußfolgerungen, die der Verfasser zieht nicht berechtigt. Im übrigen sei auf die Arbeit von Bavendamm in Heft 1, S. 18—42 (1937) dieser Zeitschrift hingewiesen, die verschiedentlich näher auf die Versuche von Günther eingeht.

H. Richter, Berlin-Dahlem.

Hueck, K. Die Pflanzenwelt der deutschen Heimat und der angrenzenden Gebiete. Herausgegeben von der Staatl. Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen. III. Band. Dünen und Sandfelder, Salzpflanzen, Steppenheiden, alpine Vegetation. Mit 46 farbigen Kunstdrucktafeln und 117 Kupfertiefdrucktafeln sowie zahlreichen Textabbildungen. Hugo Bermühler-Verlag, Berlin-Lichterfelde. 1936. Preis geb. RM 99,—.

Band III des dreibändigen Werkes „Die Pflanzenwelt der deutschen Heimat und der angrenzenden Gebiete“ stellt ein für sich abgeschlossenes Buch dar. Der Verfasser behandelt hier ausführlich die Entstehung und Entwicklung der in dem Titel erwähnten Formationen und gibt eine Beschreibung der dazu gehörigen Pflanzenarten. Die Lebensgemeinschaften werden als ein Ganzes innerhalb der verschiedenen Entwicklungsstufen der einzelnen Formationen mit Hilfe der Textzeichnungen, Karten, meisterhaften schwarzen Aufnahmen der Pflanzenbestände und farbigen Bilder von einzelnen Pflanzen geschildert. Dabei werden der Ökologie der Pflanzengesellschaften und der Pflanzensoziologie besondere Beachtung geschenkt.

Das erste Kapitel behandelt die Küsten-, Wander- und Binnendünen sowie auch die Sandfelder im Binnenland mit ihrer Vegetation. Das zweite enthält die Beschreibung der Salzpflanzen am Meeresstrand und im Binnenland. Im dritten beschreibt der Verf. sogenannte „Steppenheiden“. Eigentlich sollte diese in sich selbst widersprechende, seinerzeit von Gradmann für süddeutsche Verhältnisse eingeführte Bezeichnung bei einer wissenschaftlichen Arbeit überhaupt, oder wenigstens in bezug auf Norddeutschland, vermieden werden. Die Bezeichnung „steppenähnliche Vegetationstypen“ für Formationen mit einigen Vertretern der Steppenpflanzen, die auch Verf. an einigen Stellen neben „Steppenheide“ gebraucht, wäre sinngemäß und klarer. Das nächste Kapitel über die alpine Vegetation bildet das Glanzstück des Bandes. Hier werden die Baumgrenzen und ihre Ursachen, Ökologie der alpinen Pflanzengesellschaften, einschließlich der Vegetation der alpinen Seen und Moore, in verschiedenen Regionen sehr eingehend behandelt. Auch zahlreiche, schöne und bunte Aufnahmen gehören dem Kapitel an. Am Schluß werden etwa 3 Seiten Text und einige Bilder den Feldunkräutern und Ruderalpflanzen gewidmet.

Das Buch ist nicht nur für Fachbotaniker wertvoll, sondern dient als zuverlässige Unterlage für alle Zweige der Land- und Forstwirtschaft; auch für jeden Naturfreund und Heimatforscher ist es als gutes Handbuch empfehlenswert. Die gute Ausstattung, die große deutliche Schrift, die Wiedergabe der sehr gut gelungenen Natur- und Pflanzenaufnahmen, einschließlich des deutlichen Textes und erschöpfenden Inhalts, finden in deutscher Sprache nicht ihresgleichen. Es ist zu bedauern, daß nur wenige Leser finanziell imstande sind, dieses wertvolle Werk zu beschaffen.

M. Klemm.

Karsten, G. und Weber, U. Lehrbuch der Pharmakognosie für Hochschulen. 5. Auflage. Gustav Fischer, Jena 1937. 574 Abb., 420 S., brosch. RM. 18,—, geb. RM. 20,—.

Die fünfte Auflage von „Karstens Lehrbuch der Pharmakognosie“ ist dem neuen Studienplan der Pharmazeuten angepaßt, und mannigfache Umarbeitungen und Vervollständigungen sind vorgenommen worden. So ist u. a. die Analyse zusammengesetzter Teegemische berücksichtigt, und 51 Drogen aus dem „Homöopathischen Arzneibuch von W. Schwabe“ sind neu beschrieben. Da das Lehrbuch in seinen früheren Auflagen weitgehendst bekannt ist, sei nur kurz auf seinen Inhalt hingewiesen.

Nach einer Übersicht über die Entwicklung der Pharmakognosie werden die Drogen liefernden Pflanzen ihrer systematischen Reihenfolge nach angeführt. Von der Stammpflanze der Droge ausgehend wird die Droge selbst geschildert. Zahlreiche Abbildungen erläutern die morphologischen und anatomischen Charakteristika, wobei die Bestandteile des Drogenpulvers besonders beschrieben werden. Abschließend folgen Angaben über die Inhaltstoffe und die therapeutische Verwendung der Droge. Die beigegefügteten Übersichtstabellen der Drogenpulver sind in Form eines Bestimmungsschlüssels angeordnet und zur Analyse von Pulvergemischen ihrer klaren Gruppierung wegen gut geeignet. Die übrigen Anhänge bringen die Stammpflanzen nach dem Englerschen System, tabellarische Zusammenfassung der Drogen nach ihren Inhaltsstoffen und ein nach pharmakologischen Gesichtspunkten geordnetes Drogenverzeichnis.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Krische, P. Mensch und Scholle. Kartenwerk zur Geschichte und Geographie des Kulturbodens. (151 Seiten mit 289 Karten.) Deutsche Verlagsgesellschaft. Berlin 1936. Preis RM 26,50.

„Mensch und Scholle“ ist der dritte Band eines landwirtschaftlichen Kartenwerkes, das vom Verf. herausgegeben worden ist. Wenn einleitend hervorgehoben wird, daß zu diesem wichtigsten der Probleme wirtschaftlicher und kulturgeschichtlicher Art leider immer noch ein nur sehr lückenhaftes und uneinheitliches Stückwerk geboten werden kann, so enthält die vorliegende Zusammenstellung doch eine Fülle von Material, wie es in dieser Vollständigkeit noch niemals dargestellt worden ist. Und wenn auch noch zahlreiche Vorarbeiten geleistet werden müssen, bevor eine abschließende Darstellung möglich sein wird, so verliert das Buch doch nichts von seiner Bedeutung und seinem Wert. Wenn auch fast alle kartenmäßigen Darstellungen in engerer oder näherer Beziehung zur Geschichte oder zur Geographie des Kulturbodens stehen, so wird doch die Fülle der Gebiete, welche hier eine Berücksichtigung erfahren haben, erst dann klar, wenn wir uns näher mit dem Stoff selbst und den beigelegten, leider etwas kurzen Textabschnitten befassen haben. Hierbei eröffnen sich dem Leser immer neue Perspektiven. Es würde zu weit führen, hier eine vollständige Übersicht des gebotenen Stoffes zu geben, und so greifen wir nur einige Punkte heraus, die von allgemeinem Interesse sind. Nach einer Darstellung der Urlandschaften im ersten, kürzeren, der Geschichte des Kulturbodens gewidmeten Abschnitt, werden die Wandlungen und Veränderungen bäuerlicher Landschaftsräume behandelt. Abschließend folgen Darstellungen über Heimat, Geschichte, Verbreitung und Wanderung von Kulturpflanzen und Haustieren. Der zweite Abschnitt, welcher der Geographie des Kulturbodens gewidmet ist, und den eigentlichen Inhalt dieses Buches ausmacht, umfaßt im wesentlichen klimatische und bodenkundliche Karten sowie Vegetations- und Anbauübersichten landwirtschaftlicher Nutzpflanzen aus allen Zonen der Erde. Gerade hier hat der Stoff im Vergleich zu den beiden früheren Bänden eine wesentliche Erweiterung erfahren. Wenn der Verf. sich zur Aufgabe gestellt hatte, gerade auf diesem wirtschaftlich so wesentlichen Gebiete, einen dem augenblicklichen Stande unseres Wissens entsprechenden Überblick zu geben, so ist er dieser Anforderung durchaus gerecht geworden. Und so bleibt nur zu hoffen, daß es dem Verf. gelingen möge, die noch bestehenden Lücken in den kommenden Jahren zu schließen, um dann die Bearbeitung einer abschließenden Darstellung in Angriff nehmen zu können.

M. Klinkowski, Berlin-Dahlem.

Martini, E. Wege der Seuchen. Lebensgeschichte, Kultur, Boden und Klima als Grundlagen von Epidemien. 109 S. Ferdinand Enke, Stuttgart 1936. Geh. 6,— RM.

Wer sich mit Fragen der Epidemie befassen will, muß sich vor zu einseitiger Betrachtung der Dinge, sei es vom Standpunkt des Human- oder des Veterinär- oder des Phytomediziners, hüten. Er darf nicht vergessen, daß die Epidemiologie als Teil der Lehre von den Krankheiten zu einem großen „Hauptgebiet der allgemeinen Lebenserforschung gehört, das sich so wenig wie Zellenlehre oder Vererbungslehre allein auf den Menschen oder auf die Blütenpflanzen beschränken kann, wenn es zu wesentlichen Fortschritten führen soll“. Man folgt deshalb gern

dem Verfasser bei seiner Besprechung einer Gruppe menschlicher Seuchen, die ihm als Zoologen und Mediziner besonders nahe liegen, nämlich der durch wirbellose Tiere verbreiteten. Um zu zeigen, daß die bei dieser herrschenden Verhältnisse nicht für sie eigentümlich sind, werden auch einzelne Beispiele von Tier- und Pflanzenseuchen herangezogen. So werden in 4 Kapiteln die Zusammenhänge zwischen Seuchen und Lebensgemeinschaft, Kultur, Boden und Klima erörtert, während in einem Schlußabschnitt noch kurz über das Zusammenwirken der großen Seuchenursachen gesprochen wird und in einem Anhang einige Hinweise auf die mathematische Behandlung der Epidemiologie gegeben werden. Für das Verständnis des unendlich mannigfaltigen Zusammenspiels der verschiedenen Kräfte wäre freilich wohl eine größere Beschränkung in der Zahl der Beispiele von Vorteil gewesen, die dann eine etwas eingehendere Würdigung hätten erfahren können und dadurch manchem Nichtzoologen, vor allem dem gebildeten Laien, an den sich die Schrift wenden soll, sicherlich nähergebracht worden wären.

Braun, Berlin-Dahlem.

Melin, E. Methoden der experimentellen Untersuchungen mykotropher Pflanzen. Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden (Abderhalden) Abt. XI, Teil 4, H. 6 (Lieferung 455) S. 1015—1108. Verlag Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien 1936. Preis brosch. RM. 5,—.

Verf. gibt einen gedrängten Überblick über die physiologisch orientierten Methoden, die bei der Untersuchung von Mykodomatien Anwendung finden. Zunächst werden die Isolierungsverfahren der Pilzsymbionten behandelt. Es folgt eine Übersicht über die Basidiomyceten, die als mykodomatienbildend bekannt sind und solche, von denen eine Mykodomatienbildung auf Grund von Naturstudien vermutet wird. Anschließend werden die für die Identifizierung und physiologische Untersuchung der Pilzsymbionten in Reinkultur erforderlichen Methoden eingehend beschrieben. Ein zweiter Abschnitt behandelt die Reinkultur der höheren Symbionten. Der dritte Teil bringt die Untersuchungsverfahren über das Zusammenleben von Pilz und Pflanze in Reinkultur. Als Anhang wird von A. B. Hatch eine eigens für das Studium mykotropher Pflanzen konstruierte Kulturkammer beschrieben.

Das Heft, in dem die gesamte einschlägige Literatur verarbeitet und in Form eines reichhaltigen Schrifttumsverzeichnisses aufgeführt ist, wird allen, die sich mit Untersuchungen über Mykodomatien oder mit der Reinkultur höherer Pflanzen befassen wollen, ein wertvolles Hilfsmittel sein.

H. Richter, Berlin-Dahlem.

Sieg, Hilde. Gottesseggen der Kräuter. Verlag Rohwohlt, Berlin. 324 Seiten. Preis kart. 4,80, geb. 5,50 RM.

Zunächst wird der Leser in einer kurzen Übersicht von etwa 60 Seiten mit der Geschichte der Kräuterkunde vertraut gemacht. Von der Heilpflanzenliste der hippokratischen Schriften bis zum guten Pfarrer Kneip und darüber hinaus bis zur „Reichsarbeitsgemeinschaft für Heilpflanzenkunde und Heilpflanzenbeschaffung“. Dann folgen in verschiedenen Abteilungen nacheinander: Arzneipflanzen, „Zauberkräuter“, Küchenpflanzen und Gewürzkräuter. Mit einer allgemeinen Kulturanweisung, einer Anweisung „vom Sammeln und Trocknen“ und einigen Worten über „Das Kräutergärtchen jetzt und einst“ endet das Buch.

Das Ganze ist mehr als eine fleißige Arbeit und geschickte Zusammenstellung alten Wissens. Es hat etwas Eigenes und vielleicht gibt gerade die eigenartige Darstellung der Verwendung der Pflanzen und des Brauchtums um die Pflanzen den Eindruck, als sei das vorliegende Buch etwas, was lange nicht seinesgleichen finden wird. Der Leser braucht kein Fachmann zu sein, um vom Inhalt gefesselt zu werden, und der Fachmann findet nicht allein eine gründliche Arbeit, sondern auch einen willkommenen Quellennachweis.

Wartenberg, Berlin-Dahlem.

Troll, W. Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. Bd. I: Vegetationsorgane, 1. Lieferung 1935. Verlag Borntraeger. 170 Seiten Text mit 104 Abbildungen. Einzelpreis RM 11,50.

Dem ersten Hauptteil des Buches, nämlich der Darstellung der Gestaltungsverhältnisse der höheren Pflanzen geht auf 51 Druckseiten eine „Einleitung in die vergleichende Morphologie der Pflanze“ voraus, die Verf. mit „Wiedergeburt der Morphologie aus dem Geiste deutscher Wissenschaft“ überschrieben hat.

Man könnte nun aus Bequemlichkeitsgründen der Diskussion über diesen Abschnitt aus dem Wege gehen und nur eine Inhaltsangabe des zweiten, eigentlich sachlichen Teiles versuchen. Indessen hat wohl Verf. selbst nicht angenommen, daß seine Thesen, die das wissenschaftstheoretische auf unserem Gebiet sehr betonen, widerspruchlos hingenommen werden würden. So hat denn besonders Renner (Zeitschr. Bot., 1936) an diesem Teil eine Kritik geübt, die in der Fachwelt weithin gehört worden ist. Wenn wir Verf. recht verstehen, dann will er mit seiner Einleitung einen Weg weisen, auf dem die „verwahrloste Morphologie“ wieder zu einer exakten Wissenschaft gemacht werden soll. Hierfür wird, wie für jede Art der wissenschaftlichen Betätigung, die „unbeirrbar exakte Tatsachenforschung als unersetzliche Voraussetzung“ angesehen. Soweit kann und muß man dem Autor natürlich folgen, denn er fordert ja nichts anderes, als den höchsten erreichbaren Grad von methodischer Exaktheit, der eben das Wesen echter Wissenschaftlichkeit ist. Wenn aber behauptet wird, daß die Forschung die „Natur nur soweit kenne, als sie Mechanismus sei“, dann geht Verf. mit dieser Annahme entschieden zu weit. Diese These gilt besonders dann nicht, wenn es sich um Probleme aus den „angewandten“ biologischen Wissenschaften handelt. Denn schon jede wissenschaftliche Idee an sich knüpft bekanntlich stets an ein konkretes Erlebnis, für unsere Wissenschaft an eine biologische Beobachtung an, und besteht nach Planck (1933) darin, daß sie dieses Erlebnis (experimentell d. Ref.) „in Zusammenhang und Vergleich bringt mit gewissen bereits vorliegenden andersartigen tatsächlichen Erlebnissen“. Hierin schon liegt der Widerspruch zwischen Trolls Forderung nach einer exakten Morphologie mit Methoden, die nun einmal „mechanistisch“, weil wägend und messend sind und seiner Abstraktion des „Typus“ als einer Urpflanze Goethischer Prägung.

Damit verläßt Verf. aber den Boden der experimentell gesicherten Befunde und kommt, wie angedeutet wird, in das Gebiet der „ideellen Tatsachen“. Um noch einmal Planck zu zitieren: Weil Beobachtung und Experiment häufig in sehr wesentlichen Punkten nicht miteinander harmonisieren wollen, haben wir uns von dem Gegenstand unserer Untersuchungen ein abstraktes, theoretisch vorstellbares Bild geschaffen, dem

wir uns erkenntnismäßig durch das Experiment zu nähern suchen. Erreichen können wir die Übereinstimmung fast nie, schon weil z. B. mit der Verfeinerung der Methoden der Fehler größer als ihre Genauigkeit werden muß. Demnach muß alles wissenschaftliche Streben ein „Torso“ bleiben. Ob es aber gerechtfertigt ist, aus dieser Resignation heraus einen Typus zu schaffen, der überhaupt nur als Idee existiert, ist sehr fraglich. Denn dann kommen wir erst recht schnell an die Grenzen des vom Menschengestalt Faßbaren und geraten damit ins Transzendente. Daher ist die Frage wichtig, ob es überhaupt notwendig ist, experimentell schon gesicherte Tatsachen aus der Morphologie umzudeuten und auf einen „Typus“ zu beziehen, der bestenfalls in der Idee besteht und naturgemäß bei jedem Untersucher verschieden sein, infolgedessen aber auch durch kein Experiment nur annähernd umrissen werden kann.

An Hand der folgenden Lieferungen und in einem anderen Zusammenhange wird auf die Gedankengänge des Verf. noch weiter einzugehen sein. Es schien zunächst wichtig, das Grundsätzliche seiner Arbeit auch dem Kreise der „angewandten Botaniker“ zunächst einmal in gedrängter Form kritisch darzustellen. Kausche, Berlin-Dahlem.

Wald und Holz. Ein Nachschlagebuch für die Praxis der Forstwirte, Holzhändler und Holzindustriellen. Herausgegeben von Dr. Dr.-Ing. e. h. Lorenz Wappes, Ministerialdirektor a. D., Erster Vorsitzender des Deutschen Forstvereins. Verlag von J. Neumann, Neudamm/M., Verlag von Carl Gerold's Sohn, Wien. Zwei Bände. 1931 und 1936. Preis geb. RM 65,—.

Im Gegensatz zur Technik war bisher für die Land- und Forstwirtschaft so gut wie kein Nachschlagebuch in deutscher Sprache vorhanden. Ein solches erschöpfendes Hilfsbuch für alle, die sich mit der Forstwirtschaft zu befassen haben, stellt das Werk von Wappes dar. Es ist sehr knapp gefaßt und enthält die wichtigsten Angaben in Tabellenform, beansprucht aber trotzdem noch zwei umfangreiche Bände, und stellt eine gemeinsame Arbeit von nicht weniger als 47 bekannten Fachkräften dar. Durch die große Zahl der verschiedenen Mitarbeiter, von denen jeder ein anderes Gebiet behandelt hat, sind die einzelnen Abschnitte in ihrer Darstellungsart ungleich. Einige sind als Leitfaden, andere mehr enzyklopädisch gehalten.

Der 1. Band enthält einen kurzen Teil mit allgemeinen und unentbehrlichen Angaben. Das 3. Kapitel (S. 36—71) enthält ein dreifaches fremdsprachliches Wörterverzeichnis (deutsch — französisch — englisch) für die in der Forstwissenschaft und Forstwirtschaft gebräuchlichsten Ausdrücke. Dieses Wörterverzeichnis ist nicht nur für Forstwirte willkommen, es erleichtert auch jedem Biologen das Studium der fremdsprachlichen Forstliteratur.

Der 2. Teil (S. 91—145) ist der Forstwirtschaft gewidmet und enthält Angaben über die Grundlagen des Waldbaues. Der zweite Abschnitt behandelt Meteorologie, Klimatologie und Bodenkunde. In dem Abschnitt IV — Forstbotanik (S. 250—310) findet man eine ausführliche Zusammenstellung der botanischen Unterscheidungsmerkmale unserer Waldbäume und wichtigsten Straucharten in Tabellenform und mit vieler Textabbildungen der wichtigsten Merkmale. Außer einer kurzen Beschreibung der einzelnen Pflanzenteile findet der Leser auch Angaben über Standort und geographische Verbreitung der einzelnen

Pflanzenarten. Für die Bestimmung der wichtigsten Laubhölzer im Winter dient ein besonderer Bestimmungsschlüssel. Die äußeren Kennzeichen der wichtigsten heimischen Hölzer sind in einem besonderen Bestimmungsschlüssel in gekürzter Form wiedergegeben aus dem Buche „Schlüssel zum Bestimmen einheimischer Hölzer nach äußeren Merkmalen“ von Professor Dr. K. Wilhelm, Wien 1925. Abschnitt V — Forsterzeugung (S. 310—525) teilt sich in 4 Kapitel. Das erste — Waldbau — erörtert die Standortsansprüche unserer Nutzholzarten unter Berücksichtigung ihrer waldbaulichen, biologischen Eigenschaften, Höhenwachstum, forstliches Saatgut, Anlage von Forstgärten, Bestandgründung und Waldbetriebsarten. Das zweite Kapitel ist der Forstnutzung (Holznutzung, Rindennutzung und sonstigen Nebennutzungen) gewidmet. Der Forstschutz ist im dritten Kapitel behandelt und umfaßt Waldschäden durch tierische und pilzliche Schädlinge, Unkräuter und anorganische Einflüsse. Die Schädlinge sind nach ihren Wirtspflanzen und deren Teilen getrennt aufgeführt. Die Entwicklungsstadien einzelner Insekten in verschiedenen Monaten sind aus einem in Tabellenform zusammengestellten Insektenkalender zu ersehen. Für Erkennung der pilzlichen Krankheiten dient ein kurz zusammengefaßter Bestimmungsschlüssel. Ausführlicher sind die Bekämpfungsmaßnahmen und der Vogelschutz behandelt.

Abschnitt VI—IX und der zweite Band enthalten technische Angaben für Forstwirte, Holzhändler und Holzindustrielle. Der erste Band dürfte aber auch für weitere Kreise der Wissenschaftler, die bei ihren Arbeiten mit dem Forstwesen in Berührung kommen, ein wertvolles, zum erstenmal so großzügig zusammengefaßtes Hilfsmittel darstellen.

M. Klemm.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

Becker, Dr. Gustav, Quedlinburg, Rambergsweg. (Durch Thoenes.)

Rubner, Richard, Berlin-Wilmersdorf, Badensche Str. 41.

(Durch Braun.)

Sattler, Dr. Fritz, Quedlinburg, Neuer Weg. (Durch Thoenes.)

Adressenänderungen.

Krampe, Dr. Oskar, Leipzig-Möckern, Lobethalstr. 25.

Sartorius, Or. O., Neustadt an der Weinstraße.

Schaffnit, Prof. Dr., Kronberg, Ts., Bürgerstr. 19.

Schwabe, Dr. W., Leizig C 1, Schließfach 84.

Spieckermann, Prof. Dr. A., Bad Harzburg, Kaiserweg, Luginsland.

Springensguth, Dr. W., Soest i. Westf., Wiesenstr. 7 bei Schlüter.

Steindorff, Dr. A., Schönberg bei Kronberg Ts., Höhenstr. (Mai bis September), Frankfurt a. M., Dantestr. 6^{II} (Oktober bis April).

Störmer, Dr. Kurt, Rittergutsbesitzer, Geschäftsführer der Pommer-schen Saatzucht G. m. b. H., Stettin-Neutorney.

Untersuchungen zur Frage der Entwicklungsbeschleunigung bei Sojabohnen.

Von

H. Rosenbaum.

Dissertation Gießen 1937.

Genehmigt: Professor Dr. Sessous und Professor Dr. Funk.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	442
I. Die theoretischen Grundlagen der Keimstimmung und ihre Bedeutung für die Sojabohne	443
II. Bisherige Ergebnisse (Literatur)	446
III. Eigene Versuche	448
1. Die Technik der Keimstimmung	448
a) Beizung	448
b) Quellung	452
c) Temperatur und Dauer der Behandlung	452
2. Die Technik der Versuchsanstellung und -beobachtung und erste Vorversuche	454
3. Vegetationsversuche in Mitscherlichgefäßen	457
a) mit der Sorte Gießener Nr. 12 bei 4 verschiedenen Behandlungs- zeiten	457
b) mit 10 Sorten in 2 Aussaatzeiten	460
c) mit zwei Sorten bei 9 tägiger Behandlung in Verbindung mit ver- schiedener Düngung und Impfung	464
d) mit verschiedenen Sorten unter veränderten Jarowisations- bedingungen (Dauer und Temperatur der Behandlung)	467
4. Feldversuche als Parallelen zu 3b	470
5. Phänologische Beobachtungen	473
6. Chemische Untersuchungen	474
7. Versuche zur Frage der Keimpflanzenstimmung (Photoperiodismus) von Sojabohnen	476
IV. Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick	485
V. Anhang, meteorologische Beobachtungen	488
Literaturübersicht	488

Einleitung.

Erst seit wenigen Jahren ist in Deutschland ein Verfahren bekannt geworden, das von den Sowjetwissenschaftlern der russischen Landwirtschaft zur Steigerung der Ernteerträge empfohlen worden ist. Dieses Verfahren, das als Jarowisation (Versommerung) bezeichnet wird, besteht darin, die Entwicklung gewisser Kulturpflanzen so zu beeinflussen, daß sie den gegebenen klimatischen und betriebswirtschaftlichen Bedingungen besser angepaßt sind. Diese Bedingungen finden sich aber außer in Sowjet-Rußland selbst in der übrigen Welt, insbesondere in Europa, nicht mehr vor, so daß eine Übertragung von Ideen, deren Ausführung für die russische Landwirtschaft von Wert sein könnte, auf deutsche Verhältnisse nicht ohne weiteres angängig ist.

Auf Grund der bisherigen Ergebnisse kommen Sobotka und Katetov¹⁾ zu dem Schluß, daß von der Jarowisation für die landwirtschaftliche Praxis nichts erwartet werden kann. Dieser Auffassung schließen sich fast die meisten Versuchsansteller an, ohne sie indessen immer so klar zu vertreten wie der englische Forscher Hudson²⁾.

So mag der Versuch, Sorten des Winterweizens durch geeignete Behandlung der keimenden Samen trotz Frühjahrssaussaat noch zum Schossen zu bringen, in vielen Gebieten der Sowjet-Union gerechtfertigt sein, wenn man züchterisch noch nicht dahin gekommen ist, passende Sorten für diese Gebiete, wie etwa eine genügend dürreresistente bzw. frühreife Weizensorte für die großen Trockengebiete der Ukraine, zu finden. Die Züchterfolge scheinen nämlich trotz des riesenhaften Apparates³⁾ in der Tat nicht so groß zu sein, wie aus einer neueren Mitteilung über umfangreiche Saatgutankäufe in Kansas hervorgeht⁴⁾.

Nach übereinstimmenden Berichten wird aber diese Behandlung der Getreidearten, deren Wirksamkeit nicht bezweifelt werden kann, fast von allen Ländern, nicht zuletzt von Deutschland abgelehnt, da wir mit unseren hochgezüchteten Winter- und Sommerformen

¹⁾ Sobotka, M. und Katetov, V., Die Keimstimmung, ihr Wesen und ihre Bedeutung. *Zemedelska Jednota*, 15, 2, 30—31, 1935.

²⁾ Hudson, P. S., Vernalisation in agricultural practice. *J. Minist. Agric.*, London, 43, 6, 536—543, 1936.

³⁾ Merkenschlager, F., Das russische landwirtschaftlich botanische Forschungsnetz. *Der Züchter*, 5. Jhrg., H. 2, 44—46, 1933.

⁴⁾ Die Mühle, Bd. 73, H. 40, 1289, 1936.

allen Anbauverhältnissen Rechnung tragen können. Das Verfahren der Jarowisation erscheint deshalb eher als Notlösung und nicht geeignet, etwa die Züchtung entbehrlich zu machen¹⁾. Für die landwirtschaftliche Praxis bedeutet es jedenfalls eine zuzätzliche Belastung mit großem Risiko und hohen Kosten, das wie alle Neuerungen nur sehr schwer in den Betrieb Eingang findet, zumal wenn die Erfolge bis jetzt noch so umstritten und fragwürdig sind.

Am unsichersten werden die bisherigen Erfolge der Keimstimmung von sommerannuellen Pflanzen, insbesondere von Sojabohnen beurteilt. Außer allgemeinen Angaben über die Technik des Verfahrens sind positive Ergebnisse über das Ausmaß der Wirkung nirgends zu finden.

Eine Beschäftigung mit diesem Problem erscheint deshalb gerechtfertigt, um so mehr, als die Sojabohne heute im Brennpunkt des Interesses steht. Die Erkundung der Technik des Verfahrens stand dabei im Vordergrund; weiterhin sollten die Erfolge der Behandlung durch exakte Beobachtung der Blüte, Reife, wie überhaupt des gesamten Entwicklungsverlaufes dargestellt und auf ihre praktische Bedeutung hin untersucht werden.

I. Die theoretischen Grundlagen der Keimstimmung und ihre Bedeutung für die Sojabohne.

Der Begriff kommt aus dem Russischen und ist als „Jarowisation“ in die Literatur eingegangen. Ebenso häufig findet man die latinisierte Form „Vernalisation“, in der deutschen Literatur den von Rudorf geprägten Ausdruck „Keimstimmung“²⁾ und die von Voß vorgeschlagene Umschreibung „Entwicklungsbeschleunigung“³⁾. Vereinzelt finden sich noch andere Wortneubildungen wie „Printanisation“ im Französischen.

Es ist bezeichnend für eine immer noch mißverstandene wissenschaftliche „Objektivität“, hinter schlagwortartigen neuen Begriffen Probleme zu sehen, die grundsätzlich nichts Neues bringen und deren begrenzte Bedeutung schon längst bekannt ist. Wenn deshalb die „Jarowisation“ als russische Erfindung hingestellt wird, so ist

¹⁾ Nerling, Die Jarowisation des Getreides nach T. D. Lyssenko. Der Züchter, 5. Jahrg., H. 3, 67, 1933.

²⁾ Rudorf, W., Keimstimmung und Keimpflanzenstimmung in ihren Beziehungen zur Züchtung. Der Züchter, 7. Jahrg., H. 8, 193–199, 1935.

³⁾ Voß, J., Verwandlung von Winter- in Sommerweizen? Deutsche Landwirtschaftliche Presse, 61. Jahrg., 1, 1, 1934.

das ebenso bedauerlich wie die Tatsache, daß angesichts der überwiegenden Mißerfolge kritische Stimmen nur vereinzelt laut geworden sind¹⁾.

Im Grunde genommen stellt die Jarowisation nichts anderes dar, als die Anwendung botanisch-physiologisch bekannter Vorgänge während der Quellung auf die verschiedensten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Darin ist zweifellos ein Verdienst oder besser vielleicht eine besondere Geschicklichkeit Lyssenkos zu erblicken, der damit das Interesse der gesamten wissenschaftlichen Welt wachrief.

Man würde aber dem Problem wenig gerecht, wollte man die bahnbrechenden Arbeiten deutscher Forscher einfach übergehen. Schon Klebs²⁾ gelang es, Erscheinungen, die man als erblich bedingt angesehen hatte, anders zu deuten, indem er die Möglichkeit der Beeinflussung des Entwicklungsverlaufes durch äußere Einwirkungen bewies, nachdem Kraus, Wollny und Seelhorst bereits Vorarbeiten in dieser Richtung geleistet hatten. Es erübrigt sich indessen auf alle Einzelheiten an dieser Stelle einzugehen, nachdem schon Rudolf und Hartisch³⁾ in einer zusammenfassenden Arbeit die Bedingungen des Entwicklungsverlaufes eingehend dargestellt, sowie die gesamte Literatur darüber zusammengestellt haben.

Hinweise auf das Jarowisationsproblem in unserem Sinne finden sich weiterhin noch in einer Mitteilung von Gaßner⁴⁾, der im Zusammenhang mit der Stimulationsfrage die Samenquellung eingehend würdigt und dabei außer den Arbeiten von Kraus noch die von Eberhart⁵⁾ und Hiltner⁶⁾ nennt.

Man hat sich daran gewöhnt, mit den eingangs genannten Begriffen ein ganz bestimmtes Verfahren der Saatbehandlung und

¹⁾ Voß, J., Fußnote 3, Seite 443; Besprechung von „Vernalisation and Phasic Development of Plants“ in *Angewandte Botanik*, 503, 1936.

²⁾ Klebs, G., Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903. — *Physiologie der Fortpflanzung der Gewächse*. Handwörterbuch der Naturwissenschaften, 4, 276—296, 1913.

³⁾ Rudolf, W. und J. Hartisch, Bedingungen des Entwicklungsverlaufes bei höheren Pflanzen mit besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. *Der Forschungsdienst*, Bd. 1, H. 1, 39—47, 1936.

⁴⁾ Gaßner, G., Der gegenwärtige Stand der Stimulationsfrage. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 44, 341—367, 1926.

⁵⁾ Eberhart, C., Untersuchungen über das Vorquellen der Samen. Diss. Jena 1906.

⁶⁾ Hiltner, L., Keimungsverhältnisse der Leguminosen und ihre Beeinflussung durch Organismenwirkung. *Arb. d. Biolog. Reichsanstalt* 2, 1902.

gleichzeitig die durch das Verfahren im Saatgut hervorgerufenen inneren qualitativen Änderungen zu kennzeichnen. Das Verfahren der Keimstimmung bezweckt die Ausübung einer Reizbehandlung der zum Leben erwachten Keime durch die Faktoren: Licht, Temperatur und Feuchtigkeit, um eine Verkürzung der Zeit vom Aufgang bis zur Blüte der Pflanze zu erreichen. Die Kombination dieser Faktoren ist je nach der Kulturart verschieden. Der Zweck der Jarowisation besteht in den weitaus meisten Fällen nicht so sehr in einer Verkürzung der Gesamtentwicklung der Pflanze, sondern vielmehr in der Vorverlegung eines Teiles der für die Entwicklung notwendigen Zeit in eine Periode, in der sich die Saat im Zustand der langsamen Vorkeimung befindet und in der sie in Freilandkultur noch nicht die ihr zusagenden Bedingungen finden würde. Um an Beispielen den Vorgang klarzustellen, seien zwei typische Möglichkeiten herausgegriffen. So kann man die Aussaat von Winterformen unserer Getreidearten nach entsprechender Kältevorbehandlung noch im Frühjahr vornehmen und dennoch ein Schossen erreichen oder Sommerformen von Getreide oder die Hirse nach einer Behandlung mit höheren Temperaturen trotz später Aussaat im Frühjahr noch normal zum Ähren- bzw. Rispen-schieben bringen¹⁾. Diese Beispiele ließen sich beliebig vermehren und sollen auch für die Sojabohne zutreffen.

Die Umwandlung von Winterung in Sommerung ist nur ein Spezialfall der Jarowisation; nach den russischen Angaben soll die Möglichkeit der Keimstimmung grundsätzlich für alle Kulturarten bestehen mit dem Unterschied, daß die Keimstimmungsfaktoren jeweils andere sind.

So wird für die Jarowisation von Sojabohnen nach einer Wassergabe von 75 % des lufttrockenen Gewichtes der Bohnen, eine Behandlungsdauer von 10 bis 15 Tagen bei einer Temperatur von 20 bis 25° C und vollständige Dunkelheit gefordert²⁾. Es ist ganz klar, daß mit steigenden Behandlungstemperaturen auch die Schwierigkeiten, in erster Linie durch Pilzbefall hervorgerufen, stetig größer werden. Die Erfolgsaussichten sind deshalb von vornherein sehr gering, noch dazu, wenn man berücksichtigt, daß viele Vorteile, wie sie die Jarowisation etwa für die Wintergetreidearten eröffnet (Erziehung mehrerer Generationen im Jahr, Prüfung auf

¹⁾ Voß, J., Untersuchungen über Entwicklungsbeschleunigung und Anzucht von Winterweizen im Warmhaus. Pflanzenbau, 10, 321—331, 1934.

²⁾ Lyssenko, T. D., Jarow, Bull. 2/3, 46—64, 1932.

Frostresistenz, Erreichung der Kreuzungsmöglichkeit winter- und sommerannueller oder früh- und spätblühender Formen, Unterscheidungsmöglichkeit von Winter- und Sommerformen¹⁾ für sommerannuelle Pflanzen völlig ausfallen. Die Annäherung der Blühzeiten zu Kreuzungszwecken früh- und spätblühender Formen läßt sich durch einfachere Methoden, wie zeitlich gestaffelte Aussaat oder durch Ausnutzung der photoperiodischen Nachwirkung (Keimpflanzenstimmung) leichter erreichen.

Das Problem der Jarowisation von Sojabohnen wird mithin zu einer Frage der praktischen Brauchbarkeit für die landwirtschaftliche Praxis²⁾.

Bevor jedoch das Problem als solches behandelt werden soll, wird es zweckmäßig sein, auf die bisher in der Literatur veröffentlichten Ergebnisse in Kürze einzugehen.

II. Bisherige Ergebnisse (Literatur).

Eine Besprechung an Hand der bisherigen Ergebnisse, die alle einem englischen Sammelreferat entnommen wurden³⁾, erscheint um so mehr geboten, als diese Versuche fast ausnahmslos negativ verlaufen sind. Es galt also zunächst einmal die Ursachen der bisherigen Mißerfolge aufzudecken und zu beseitigen, sollten die geplanten Untersuchungen nicht von vornherein ergebnislos bleiben.

1. Irland: Am Albert Agricultural College, Glasnevin wurde ein Versuch mit einer Sojabohnensorte unter Anwendung der von Lyssenko vorgeschlagenen Bedingungen gemacht. Der Erfolg der Behandlung war, daß 99 % der Sojabohnen durch überaus starken Pilz- und Bakterienbefall zugrunde gingen. Es wurde keine Beschleunigung der reproduktiven Phase oder Verfrühung der Reife beobachtet.

Diese Feststellung ist nicht überraschend; erfahrungsgemäß ist es ganz unmöglich, bei derartig starkem Schimmelbefall auch nur eine annähernd gesunde Pflanze zu erhalten.

¹⁾ Snell, K., Physiologische Untersuchungen zur Unterscheidung und Kennzeichnung der Weizensorten. Angewandte Botanik, Bd. XVIII, H. 4-5, 363, 1936.

²⁾ Feistritzer, W., Die Jarowisation landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Der Züchter, 6. Jhrg., H. 7, 153, 1934.

³⁾ Joint Publication, Vernalization and Phasic Development of Plants, Imperial Bureau of Plant Genetics, Aberystwyth and Cambridge, Dec. 1935.

2. England: Am Long Ashton Agricultural Research Institute wurden verschiedene Untersuchungen mit Sojabohnen angestellt. Die Behandlung wurde 1 Tag bei 15° C und 13 Tage bei 20° C bei einem Wassergehalt von 75 % der lufttrockenen Bohnen durchgeführt. Es wurden weder Fruchtausatz noch Blüten beobachtet; ebenso wenig traten Unterschiede zwischen behandelter Saat und Kontrollpflanzen auf.

Lamberton und Parkinson, South Eastern Agricultural College, kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Sie erzielten zwar auch anscheinend gesunde Pflanzen, konnten aber keine Blüten beobachten.

3. Tschechoslowakei: Die Versuche an der Samenkontrollstation des Landwirtschaftlichen Institutes zu Brünn zeigten anscheinend keine befriedigenden Ergebnisse.

4. Polen: Die Mitteilungen über Versuche von Prof. Lewicki, Pulawy bringen ebenfalls keine bemerkenswerten Fortschritte.

5. Holland: Van Hoek berichtet von den Schwierigkeiten, die sich durch Pilzbefall während der Behandlung ergeben. Blühende Pflanzen wurden nicht erzielt; deshalb versucht der Versuchsansteller wenigstens das Zurückbleiben der jarowisierten Pflanzen in der vegetativen Entwicklung als eine stärkere Annäherung an die reproduktive Phase zu deuten.

Mayer Gmelin und van Rees, Abteilung für Pflanzenbau der Universität Wageningen behandelten zwei Sojasorten streng nach den russischen Angaben, ohne indessen zu positiven Ergebnissen zu kommen.

6. Kanada: Die Versuche an der Abteilung für Pflanzenbau in Ottawa hielten sich auch an die russischen Anweisungen. Der Erfolg der Behandlung bestand lediglich in einer Herabsetzung der Keimfähigkeit von 95 % auf 35 %. Pflanzen, die trotzdem noch aufkamen, zeigten verminderte Wuchsfreudigkeit und blieben während der ganzen Vegetationszeit hinter den Kontrollpflanzen zurück. Die Versuche in Alberta verliefen ähnlich. Keimfähigkeit und Aufgang wurden durch Pilzbefall stark geschädigt.

7. Australien: Mc Millan, Christian und Hills in Canberra vermochten ebenfalls keine positiven Ergebnisse mit Sojabohnen zu erzielen.

8. Deutschland: Die Versuche am Institut für Pflanzenbau der Universität Leipzig bringen gleichzeitig mit den am Institut für Pflanzenbau der Universität Gießen durchgeführten Versuchen

die ersten positiven Ergebnisse. Hartisch berichtet in einer noch nicht veröffentlichten Arbeit von Verfrühung der Blühbeginnzeiten, die sich je nach Sorte zwischen 3 und 14 Tagen bewegt: eine Feststellung, die u. a. auch in vorliegender Arbeit bestätigt wird.

Die bisher erzielten außerdeutschen Erfolge sind also keineswegs ermutigend. Sie lassen aber klar erkennen, daß es bisher an einer geeigneten Behandlungsmethode fehlte.

III. Eigene Versuche.

I. Die Technik der Keimstimmung.

a) Beizung.

Die bedeutsamsten Fehlerquellen bei der Durchführung der Keimstimmung sind in einer mangelhaften und z. T. völlig unwirksamen Beizung und in einer fehlerhaften Ausführung des Verfahrens selbst zu suchen. Damit kommt der Beizfrage eine überragende Bedeutung zu: wird sie nicht befriedigend gelöst, so ist eine erfolgreiche Behandlung überhaupt undenkbar. Als besonders erschwerend bei der Lösung dieser Frage kommt hinzu, daß die Beizung im vorliegenden Falle unter bisher unbekannten Bedingungen wirksam sein muß und das Saatgut nach erfolgter Beizung für die Dauer der Jarowisationsbehandlung pilzfrei erhalten soll. Deshalb mußten neben der Prüfung bekannter Beizmittel und Methoden auch neue Wege beschritten werden. Da die Trockenbeize von vornherein ausscheidet, bleiben noch folgende Wege offen:

- I. Naßbeize,
- II. Naßbeize unter späterer Hinzufügung möglichst indifferenten Stoffe,
- III. Beizung mit gasförmigen Mitteln,
- IV. Beizung bzw. Sterilerhaltung durch Bestrahlung mit der Quecksilberquarzlampe.

I. Als vorbereitende Arbeit wurde zunächst die Prüfung der bisher bekannten und bewährten Beizmittel in Angriff genommen. Außer den in der Literatur bereits genannten Mitteln Formalin und Sublimat¹⁾ wurden noch Wasserstoffsuperoxyd, Bromwasser, Chinosol, Germisan, Uspulun und Abavit angewandt. Die nachstehende Übersicht vermittelt einen Einblick in die Konzentrationsverhältnisse und Einwirkungsdauer der einzelnen Beizmittel:

¹⁾ Geschele, E. E., Die Bekämpfung der Pilzkrankheiten bei der Jarowisation. Jarow. Bull. 2/3, 69—80, 1932.

Beizmittel	Konzentration %	Einwirkungsdauer in Minuten
Sublimat	0,10	12
Formalin	0,13	4
Wasserstoffsuperoxyd . .	15,00	2
Bromwasser	0,25	10
Chinosol	0,10	5
Germisan	0,12	30
Uspulun	0,25	30
Abavit	0,25	30

Die Beizung erfolgte bei Temperaturen zwischen 15 und 18° C; die nachfolgende Behandlungstemperatur lag bei 22° C. Auf eine zahlenmäßige Darstellung der Einzelergebnisse wird bewußt verzichtet, da die Feststellung des tatsächlichen Pilzbefalls durch Auszählen der befallenen Samen immer mit Schwierigkeiten verbunden ist. Einmal gelingt es nicht, eine scharfe Grenze zwischen befallen und nicht befallen zu ziehen, da die Möglichkeit einer Verunreinigung pilzfreier Samen durch Sporen befallener Saat sehr groß ist; zum andern besteht die Gefahr einer sekundären Infektion beim Auszählen, die natürlich das Ergebnis mehr oder weniger stark beeinflußt. Deshalb seien nur die für die Weiterarbeit richtungsgebenden Gesichtspunkte herausgestellt:

1. Die Beizung erfolgt am besten am trockenen Saatgut, wobei die bei der Beizung aufgenommene Wassermenge auf die für die Jarowisation geforderte Wasserkapazität angerechnet wird.

2. Die Beizung wird zweckmäßig in Flaschen unter ständigem Schütteln durchgeführt, um die in Rissen und am Nabel der Samen haftenden Luftblasen zu beseitigen und damit die Abtötung sämtlicher Pilzsporen zu erreichen. Nach erfolgter Beizung verbleibt das Saatgut in den Flaschen; nach Abgießen und Abtropfenlassen der Beizflüssigkeit und Gewichtsermittlung des bei der Beizung aufgenommenen Wassers, wird die Quellung sofort weitergeführt. Dadurch wird gleichzeitig eine Verdünnung der noch oberflächlich haftenden Beizflüssigkeit erreicht, die den Keimvorgang dann nicht mehr beeinträchtigt.

3. Eine bedingungslos nachhaltige Wirkung gegen sekundäre Infektionen, wie sie im Verlauf der Behandlung nur zu leicht auftreten, besteht in keinem Falle.

4. Alle Beizmittel erwiesen sich als wirkungslos gegen Pilze, die der Same in seinem Nährgewebe beherbergt (*Fusarium*).

5. Sublimat und Formalin ließen häufig bei höheren Konzentrationen Schädigungen der Keimfähigkeit erkennen. Wasserstoffsuperoxyd blieb ohne bedeutende fungizide Wirkung, während Chinosol bei fungizid wirksamen höheren Konzentrationen ebenfalls Keimschädigungen erkennen ließ. Als recht brauchbar hat sich Abavit herausgestellt, das auch in fast allen Versuchen angewandt wurde.

6. Das zur Jarowisation bestimmte Saatgut muß von allerbesten und gesundheitlich einwandfreier Beschaffenheit sein.

7. Eine wiederholte Beizung der Saat bei etwa auftretendem Pilzbefall ist aus verschiedenen Gründen nicht möglich. Die Überschreitung der zulässigen Wasserkapazität der Saat hat nämlich ein unerwünschtes Längenwachstum der Keimwurzeln zur Folge und außerdem dürfte sich eine ungünstige Beeinflussung der Keimfähigkeit und eine möglicherweise stimulierende Wirkung kaum vermeiden lassen.

II. Die größte Schwierigkeit bietet zweifellos die Vermeidung sekundärer Infektionen, da mit der wiederholten Anfeuchtung der Samen, die im Verlauf der 15tägigen Behandlung zur Erhaltung der erforderlichen Wasserkapazität notwendig wird, leicht Pilzsporen in das Saatgut gelangen können. Damit werden wiederum neue Maßnahmen erforderlich:

1. Herabsetzung der Wasserverdunstung des Saatgutes während der Behandlung,
2. Bewegung des Saatgutes,
3. Hinzufügen indifferenter Stoffe.

Zu 1. Dieser Forderung wird am besten genügt durch Unterbringung des zu behandelnden Saatgutes in Flaschen, wie oben unter I, 2 erwähnt wurde. Der Flaschenhals wird mit Watte verschlossen; damit ist die notwendige Luftzufuhr garantiert und die Verdunstung auf ein Mindestmaß beschränkt. Durch Aufstellen von Wasserschalen im Thermostaten kann man die oben gekennzeichneten Maßnahmen noch wirkungsvoll unterstützen.

Zu 2. Die Flaschen, die das zur Behandlung vorbereitete Saatgut enthalten, werden in einen Schüttelapparat gespannt (Bodenprobenschüttler mit niedriger Drehzahl) und für die Dauer der Jarowisation am besten ständig in Bewegung gehalten. Dieses Prinzip wird in der Literatur bereits erwähnt¹⁾ und erhielt zuerst

¹⁾ Kostov, Vernalisation and Phasic Development of Plants. Aberystwyth and Cambridge, Dec. 1935, 88.

am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Leipzig eine Form, die sich praktisch bewährte. Der Sinn dieses Prinzips, auf diese Weise dem Pilzbefall zu begegnen, dürfte einmal in der mechanischen Bewegung und Reibung der Samen gegeneinander und zum andern in der besseren Belüftung des Saatgutes zu suchen sein.

Zu 3. Von den bisher verwendeten Zusätzen nach erfolgter Beizung hat sich Torf mit einer Wasserkapazität von etwa 130 % gut bewährt. Mit Erfolg wurden ferner gepulverte Holzkohle, Schwefelblüte und Kieselgur zugesetzt. Diese Zusätze verfolgen den Zweck, das Saatgut oder etwa austretende Keimspitzen vor mechanischen Verletzungen zu schützen und nicht zuletzt vorbeugend sekundäre Infektionen zu verhindern oder etwa auftretende Infektionsherde zu isolieren.

III. Was die Verwendung gasförmiger Mittel anbetrifft, so läßt sich dazu folgendes feststellen: das Verfahren erscheint nicht so erfolgversprechend, wie es von einem russischen Autor gehalten wird¹⁾. Es hat höchstens einen theoretischen Wert. Seit Veröffentlichung dieser Ansicht scheint auch auf diesem Gebiet kein wesentliches Ergebnis herausgekommen zu sein. Es dürfte überhaupt sehr schwierig, wenn nicht unmöglich sein, ein gasförmiges oder vergasendes Mittel zu finden, das indifferent genug wäre, eine normale Sauerstoffatmung des Keimlings für die Dauer der Behandlung zu gewährleisten.

IV. Mit Untersuchungen, die die Wirkung der Ultraviolettstrahlen auf das Wachstum von Pilzen prüfen sollten, wurde ein letzter Weg beschritten.

Es konnte sich bei dieser Frage allerdings nur um systematische Untersuchungen handeln, denn die praktische Verwertbarkeit, selbst noch so positiver Ergebnisse, schien von vornherein, so bestechend der Gedanke an sich auch sein mochte, aussichtslos. Um die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf das Wachstum von Pilzen genauer kennenzulernen, wurden die wichtigsten pilzparasitären Schädlinge, die bei der Jarowisation auftreten, isoliert und nach Beimpfen von Nährböden, die zweckmäßig aus Kartoffel- bzw. Rübenscheiben bestehen, der Bestrahlung mit der Quecksilberquarzlampe ausgesetzt²⁾. Die Kulturen wurden in Petrischalen herangezogen, die

¹⁾ Geschele, E. E., Die Bekämpfung der Pilzkrankheiten bei der Jarowisation. Jarow. Bull. 2/3, 69—80, 1932.

²⁾ Zur Verwendung gelangte eine Analysenquarzlampe.

an Stelle des Deckels mit Cellophanpapier verschlossen waren, das fast 100 proz. für ultraviolette Strahlen durchlässig ist.

Schon die ersten Versuche ließen klar erkennen, daß nach 24stündiger Entwicklung der Pilze und darauffolgender Bestrahlung von 5, 10 und 15 Minuten bei *Aspergillus*, *Penicillium* und *Fusarium* eine deutliche Wachstumshemmung zu verzeichnen ist. Diese Hemmung war jedoch nicht so stark, daß eine Weiterentwicklung vollständig verhindert worden wäre. Eine völlige Abtötung wurde erst in längeren Bestrahlungszeiten von 30 Minuten und darüber bei häufiger Wiederholung erzielt, wobei *Fusarium* am stärksten und schnellsten unterdrückt wird.

So interessant diese Untersuchungen vom phytopathologischen Standpunkt gesehen auch sein mögen, für die Jarowisation kommen sie ernstlich nicht in Frage, da zu viele Gründe gegen die Anwendung der Quarzlampebehandlung sprechen:

1. Die Quarzlampe ist nur bei wiederholter Anwendung gegen Pilze wirksam.

2. Die Behandlung müßte in Gefäßen aus Uviolglas durchgeführt werden, wenn die Strahlen bei der Jarowisation von Sojabohnen pilztötend wirken sollen.

3. Einer Erhöhung der Temperatur muß man mit Hilfe eines Ventilators entgegenwirken.

4. Das Verfahren ist deshalb praktisch wenig wertvoll, da einmal durch intensive Bestrahlung eine Keimschädigung der Sojabohne herbeigeführt wird und zum andern die Kosten in keinem Verhältnis zu dem Erfolg der Behandlung stehen. Deshalb soll auf Einzelheiten dieser Untersuchungen nicht näher eingegangen werden.

b) Quellung.

Aus dem vorausgehenden Abschnitt über Beizung geht hervor, daß die erste Quellung und Wasseraufnahme durch die Naßbeize erfolgt. Sie betrug bei einer Beizdauer von 30 Minuten und einer Temperatur zwischen 15 und 18° C bei Abavit 0,25 % zwischen 8 und 20 % des Korngewichtes je nach Sorte. Der Rest des von Lyssenko geforderten Quellwassers wird dann zweckmäßig in zwei Gaben zugeführt. Die restlose Aufnahme des Wassers erfolgt je nach der Temperatur mehr oder weniger schnell. Beobachtungen über den zeitlichen Verlauf der Wasseraufnahme liegen schon von

den Russen vor¹⁾. In einem noch unveröffentlichten Bericht des Institutes für Pflanzenbau der Universität Leipzig finden sich ebenfalls einige Daten. Die Wasseraufnahme ist aber in jedem Fall innerhalb 24 Stunden beendet, so daß von diesem Zeitpunkt an der Beginn der Keimstimmung gerechnet werden kann. Die Wasserkapazität von 75 % erwies sich im großen und ganzen als richtig, um das Vernalisationsstadium herbeiführen und ein vorzeitiges Keimen und unerwünschtes Längenwachstum der Keime während der Behandlung zu vermeiden.

Die Berechnung der Wasserzufuhr auf der Grundlage des lufttrockenen Gewichtes der Bohnen ist allerdings nicht sehr genau, da der Wassergehalt Schwankungen unterworfen ist und auch je nach Sorte variiert. Trotzdem erscheint diese Methode gerechtfertigt, da sonst das ganze Verfahren durch die Bestimmung des absoluten Trockengewichtes nicht gerade vereinfacht würde. Praktisch kommt man deshalb mit der Berechnung der Wasserzufuhr, auf das Gewicht der lufttrockenen Bohnen bezogen, aus. Die Menge von 75 % gibt einen guten Anhaltspunkt und stellt nach den vorliegenden Erfahrungen für kleinkörnige Sojasorten das Maximum dar, während die Wassermenge bei grobkörnigen Sorten bis auf 78—80 % gesteigert werden kann, ohne daß zu starkes Auswachsen zu befürchten wäre. Im übrigen ist aber der Besatz mit stärker ausgewachsenen Bohnen nicht bedenklich, soweit das Saatgut nicht gedrillt werden soll, denn die Länge der Keime ist für den Erfolg der Behandlung nicht ausschlaggebend.

Die Frage der chemischen Verhinderung des Auswachsens wurde bewußt nicht aufgegriffen, da es von vornherein aussichtslos erschien, für die Sojabohne, die nicht über semipermeable Häute verfügt, passende Salzlösungen oder Kombinationen von Salzen zu finden, die bei genügender Konzentration keine Giftwirkung ausüben.

c) Temperatur und Dauer der Behandlung.

Als richtunggebend für diese beiden Faktoren wurden auch hier die russischen Angaben benutzt. Den Hauptversuchen lagen die von Lyssenko geforderten Temperaturen von 20—25 °C zugrunde.

¹⁾ Bassarskaja, M., Zur Frage der Verhinderung des Auswachsens beim Jarowisieren von Getreidesaatgut. Jarow. Bull. 2/3, 87—104, 1932.

Es wurde weiterhin mit Temperaturen zwischen 5 und 35° C gearbeitet. Bei der kritischen Betrachtung der erzielten Ergebnisse wird an anderer Stelle noch über den Temperaturfaktor zu sprechen sein.

Ebenso wie der Temperaturfaktor wurde auch der Zeitfaktor (Dauer der Behandlung) abgewandelt und sinngemäß mit tieferen Temperaturen eine längere, mit höheren Temperaturen eine kürzere Behandlungsdauer verbunden. Die Behandlungsdauer des Saatgutes betrug bei Temperaturen um 25° C 10—15 Tage.

2. Technik der Versuchsanstellung und -beobachtung und erste Vorversuche.

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt die Keimstimmungsfaktoren im einzelnen behandelt wurden, soll nunmehr eine zusammenhängende Darstellung des ganzen Verfahrens gegeben werden.

Im einzelnen entspricht die Reihenfolge bei der Durchführung der Jarowisation den eingangs besprochenen Teilabschnitten des Verfahrens. Zur Quellung ist lediglich noch hinzuzufügen, daß sie als ausreichend angesehen werden kann, wenn die Samenschale Risse zeigt und die Wurzelspitze hier und da sichtbar wird, wie es auch die russischen Autoren fordern. Dabei ist es unmöglich, einzelne Durchgänge zu vermeiden, die auf Grund einer reichlicheren Wasseraufnahme die Voraussetzung zu einem stärkeren Wachstum gefunden haben.

Auf die Notwendigkeit einer möglichst sterilen Arbeitsweise wurde bereits hingewiesen. Es sei nochmals hervorgehoben, daß das Saatgut vom Beginn der Beizung bis zur Beendigung der Jarowisation in den Behandlungsgefäßen verbleibt und die als Verschuß dienenden Wattepfropfen vorher abgeflammt werden.

Die Einstellung einer bestimmten Temperatur gelingt mittels eines über die Schüttelapparatur gestülpten doppelwandigen Kastens, der mit Kohlenfadenlampen beheizt wird. Ein eingebauter Luftschacht mit Schieber sorgt für eine automatische Temperaturregelung, so daß der Kasten wie ein Thermostat wirkt.

In folgender Tabelle wird der Versuch gemacht, den Erfolg einer 15tägigen Jarowisation bei 25° C an 10 Sojasorten zu zeigen; dabei wurde durch Auszählen der pilzbefallenen Samen der Pilzbefall in % jeder Sorte ermittelt, wenngleich diese Methode bei der vergleichenden Beizmittelpfung als ungeeignet abgelehnt wurde. Sie soll lediglich einen Überblick vermitteln, wobei der Pilzbefall

unter 5 % ebensogut als gering, unter 10 % als mittel und über 10 % als stark hätte bezeichnet werden können.

Pilzbefall in % nach 15tägiger Jarowisation bei 25° C
(nach der Zahl der Körner).

Sorte	Schimmelbefall in %
Bonner schwarzsamige glänzende Typ XI	2,5
Dieckmanns graugelbe Industrie Nr. 3	8,9
Gießener Nr. 12	7,6
Brillmayers Platter schwarze SS 427	0,0
Bitterhoffs mittelfrühe schwarze MDH	0,9
Bitterhoffs früheste gelbe mittelhohe CSS 20601 A	7,5
Hansa Nr. 23	7,4
Karlsdorfer Nr. 150	2,0
Gottschalks schlesische gelbe Nr. 1	5,7
Deutsche gelbsamige Nr. 111	21,4

Der Pilzbefall ist bis auf eine Ausnahme (Deutsche gelbsamige Nr. 111) als sehr gering zu bezeichnen. Bei dieser Sorte handelt es sich um nicht vollwertiges Saatgut. Damit wird gleichzeitig die oben erhobene Forderung, wonach nur gesundheitlich einwandfreies Saatgut mit Erfolg jarowisiert werden kann, klar bewiesen. Zudem handelt es sich noch um eine gelbsamige Form, die ganz allgemein nach den bisherigen Erfahrungen pilzanfälliger ist als eine schwarzsamige Sorte.

Nach dieser oben gekennzeichneten Methode gelingt es fast immer, die Behandlung erfolgreich durchzuführen. Das Verfahren kann nicht gerade einfach genannt werden und erscheint deshalb zunächst nur für den Laborversuch geeignet. Eine Übertragung in die Praxis würde noch bedeutend erheblichere Schwierigkeiten mit sich bringen. Ein Weg wäre nur über die Errichtung von Zentralstellen, die die Jarowisation vornehmen, denkbar, da der Einzelbetrieb weder die notwendigen technischen Einrichtungen treffen, noch alle Feinheiten der Behandlung beobachten kann. Aber auch dieser Erwägung stehen große Schwierigkeiten entgegen; einmal ist der Versand des jarowisierten Materials sehr erschwert und zum andern die Drillfähigkeit des Saatgutes nur bei sehr großen Aussaatstärken möglich. An Rücktrocknung des Saatgutes ist ebensowenig zu denken, da die Keimfähigkeit fast vollständig verloren geht, wie dahingehende Versuche zeigten. So betrug die Keimfähigkeit der

Sorte „Bonner schwarzsamige glänzende Typ XI“ nach Rücktrocknung nur noch 3,2 %.

Nach diesem kurzen vorgreifenden Ausblick auf die praktische Durchführbarkeit des Verfahrens sollen die eigentlichen Versuche wieder zu Wort kommen, die erst den Beweis für die Erfolgsaussichten der Jarowisation an Hand positiver oder negativer Ergebnisse erbringen müssen.

Zu diesem Zweck wurden mehrere Sorten nach der Jarowisation in Topf- und Feldversuchen einer eingehenden Beobachtung unterworfen. Richtungsgebend hierfür waren besonders exakte Wachstums- und Entwicklungsbeobachtungen, unter besonderer Berücksichtigung der Blühbeginns- und Reifezeiten. Für die Durchführung der Versuche standen 408 qm Fläche auf dem Versuchsfeld, 300 Mitscherlichgefäße mit einer Vegetationshalle und einem Gewächshaus zur Verfügung. Weitere Einzelheiten über die näheren Versuchsbedingungen werden den einzelnen Versuchen in einer Vorbemerkung vorangestellt.

Übersicht 1.

I. Topfversuche. Aussaat 8. V.

Sorte	Unbehandelte Kontrollen			Behandlung 15 Tage bei 25° C		
	Aufgang	Aufg.-Bl. in Tagen	Aufg.-Reife in Tagen	Aufgang	Aufg.-Bl. in Tagen	Aufg.-Reife in Tagen
1	18. V.	57	138	19. V.	44	125
	19. V.	57	141	21. V.	50	122
2	19. V.	50	124	19. V.	45	129
	17. V.	54	127	18. V.	46	130

Aussaat 31. V.

1	13. VI.	57	135	11. VI.	45	131
	12. VI.	56	134	11. VI.	47	114
2	10. VI.	45	112	11. VI.	42	115
	9. VI.	45	111	11. VI.	43	114

II. Feldversuche. Aussaat 2. V.

1	27. V.	46	148	29. V.	40	142
---	--------	----	-----	--------	----	-----

Aussaat 8. V.

1	4. VI.	40	—	5. VI.	36	142
2	6. VI.	38	121	5. VI.	36	119

Aussaat 31. V.

1	17. VI.	45	—	19. VI.	36	—
2	16. VI.	42	129	19. VI.	35	123

Doch bevor die eigenen Versuche dargestellt werden, sollen die früheren Versuche wenigstens auszugsweise erwähnt werden. Sie wurden mit den Sorten:

1. Gießener Nr. 7,
2. Norddeutsche frühe Braune

in Topfkultur und Feldversuchen 1935 durchgeführt. Das Prinzip der Bewegung wurde bei der Durchführung der Jarowisation noch nicht angewandt, weshalb die eingangs gekennzeichneten Schwierigkeiten sich sehr störend bemerkbar machten. Trotzdem gelang es, wenigstens einige gesunde Pflanzen zu erhalten, deren Entwicklungsdaten in der Übersicht 1 zusammengestellt sind.

3. Vegetationsversuche in Mitscherlichgefäßen.

a) Mit der Sorte Gießener Nr. 12 bei 4 verschiedenen Behandlungszeiten.

Der Versuch hatte eigentlich nur orientierenden Charakter und sollte in erster Linie die Frage prüfen, ob Beziehungen zwischen Jarowisationsdauer und Verkürzung der Blühbeginnzeiten bestehen. Abweichend von den späteren Versuchen wurde hierbei die Bromwasserbeize angewandt, deren Konzentration 0,25 % betrug bei einer Einwirkungsdauer von 10 Minuten. Der Erfolg der Beizung war nicht sehr ermutigend, da schon am 8. Tage *Penicillium*, *Aspergillus* und *Fusarium* auftraten. Trotzdem gelang es, nach rechtzeitiger Auslese der pilzbefallenen Samen, den größten Teil der Bohnen durch die 9—15tägige Behandlung durchzubringen. Die Behandlung erfolgte bei einer Temperatur von 22 ° C.

Als Versuchsobjekt diente die Sojasorte Gießener Nr. 12 mit einer Keimfähigkeit von 96 %. Die verwandte Erde war sehr gleichmäßig und gut kompostiert, mit einem pH-Wert von 8,92 (Trénel) und wurde ohne zusätzliche Düngung und Impfung angewandt.

Die Aussaat erfolgte in drei sehr nahe beieinander liegenden Aussaatzeiten am 21., 23. und 25. III. 1936 in Mitscherlichgefäßen mit je 10 Körnern. Nach dem Auflaufen wurde der Bestand auf 5 Einzelpflanzen je Gefäß reduziert. Der Versuch ist als Aussaatzeitenversuch nicht zu werten; deshalb können bei der quantitativen Auswertung die einzelnen Glieder unbedenklich als Wiederholungen angesehen werden, da die Gewächshausbedingungen in einem Zeitraum von 4 Tagen noch keine Unterschiede aufwiesen. Im ganzen standen 120 Einzelpflanzen im Versuch, von denen 90 behandelt waren, während der Rest die Kontrollen darstellte.

Die Versuchsreihe zeigte eine überaus gesunde und üppige Entwicklung, die in erster Linie der kühlen Witterung während der Jugendentwicklung zuzuschreiben war, da eine Beheizung des Gewächshauses nicht mehr erfolgte. Blattflecken (Anthracnose) und tierische Schädlinge traten nicht auf. Erst mit beginnendem Blattfall trat die rote Spinne (*Tetranychus althaeae*) in kleinen Nestern auf, ohne jedoch erkennbaren Schaden zu verursachen. Sie konnte durch Spritzen mit Parasitol wirksam bekämpft werden. Der Stand vor und nach der Blüte war sehr gut; die Höhe des Bestandes betrug 55 cm ohne Unterschied zwischen behandelter und unbehandelter Saat. In Übersicht 2 sind die wichtigsten Daten des Versuches niedergelegt.

Übersicht 2.

Art der Behandlung	Aufgang	Beginn d. Blüte	Reife u. Ernte	Aufgang-Blüte in Tagen	Verkürzung	
					in Tagen	in %
Unbehand. Kontrollen	2. IV.	20. V.	7. VIII.	48		
		22. V.	8. VIII.	50		
Behandlung 9 Tage	2. IV.	18. V.	5. VIII.	46	2	4,2
		17. V.	5. VIII.	45	5	10,0
Unbehand. Kontrollen	3. IV.	25. V.	8. VIII.	52		
		25. V.	9. VIII.	52		
Behandlung 11 Tage	3. IV.	19. V.	7. VIII.	46	6	11,5
		20. V.	6. VIII.	47	5	9,6
Behandlung 13 Tage	3. IV.	20. V.	6. VIII.	47	5	9,6
		20. V.	6. VIII.	47	5	9,6
	3. IV.	19. V.	6. VIII.	46	6	11,5
		18. V.	4. VIII.	45	7	13,5
	3. IV.	20. V.	3. VIII.	47	5	9,6
		18. V.	3. VIII.	45	7	13,5
Unbehand. Kontrollen	4. IV.	26. V.	6. VIII.	52		
		26. V.	8. VIII.	52		
Behandlung 13 Tage	4. IV.	19. V.	3. VIII.	45	7	13,5
		19. V.	4. VIII.	45	7	13,5
Behandlung 15 Tage	4. IV.	20. V.	3. VIII.	46	6	11,5
		19. V.	3. VIII.	45	7	13,5
	4. IV.	19. V.	3. VIII.	45	7	13,5
		20. V.	3. VIII.	46	6	11,5
	4. IV.	19. V.	3. VIII.	45	7	13,5
		19. V.	3. VIII.	45	7	13,5

Der Versuch läßt erkennen, daß eine Verkürzung der Zeit vom Aufgang bis zur Blüte in jedem Falle bei jarowisierter Saat erzielt

wird. Die zunehmende Verkürzung oder besser die Konstanz der erzielbaren Verkürzung der Blühbeginnzeiten scheint sogar für eine gewisse Beziehung zwischen Behandlungsdauer und Behandlungserfolgen zu sprechen. Eine gradlinige Funktion liegt jedoch nicht vor, wenn hier überhaupt von mathematischen Beziehungen die Rede sein kann; denn die größte Schwierigkeit der Beobachtung liegt zweifellos in der Unsicherheit der Bonitierung der Blüte. Die Blüte ist einmal sehr klein und das Blühintervall, d. h. die Zeit vom Aufblühen der ersten bis zum Aufblühen der letzten Pflanze einer Sorte meist sehr groß (7—21 Tage und darüber). Wenn es sich auch bei der Sorte Gießener Nr. 12 um einen ziemlich ausgeglichenen Typ mit verhältnismäßig kleinem Blühintervall handelt, so finden doch die zum Teil sprunghaften Unterschiede bei dem Versuch einer zahlenmäßigen Darstellung des Jarowisationseffektes eine natürliche Erklärung. Es ist notwendig, auf diesen Umstand hinzuweisen, wenn man den gewonnenen Unterlagen und Zahlen keinen Zwang antun und mehr herauslesen will, als sie tatsächlich besagen.

Der Hülsenansatz war durchschnittlich gut und wurde durch Auszählen festgestellt. Er betrug im Mittel von 6 Wiederholungen bei unbehandelten Kontrollen 11,03, bei jarowisierter Saat 11,16 Hülsen je Einzelpflanze. Damit ist klar der Beweis erbracht, daß auch aus behandelter Saat durchaus normale Pflanzen hervorgehen, die nicht nur im Wuchs, sondern auch im Ertrag den unbehandelten Kontrollen nicht nachstehen. Die folgende Übersicht gibt die mittleren Erträge in Gramm je Mitscherlichgefäß bei 6facher Wiederholung an.

Übersicht 3.

Mittlere Erträge in g bez. auf 86 % Trockensubstanz.

Art der Behandlung	Ertrag in g	Abweichung	m %
1. Unbehandelte Kontrollen . .	17,77	± 3,23	3,34
2. Behandelte Saat	17,12	± 2,04	1,92
3. Behandelte Saat	18,13	± 2,42	2,19

Es ist natürlich abwegig, aus der zahlenmäßigen Überlegenheit der Erträge einer Versuchsreihe bei jarowisierter Saat etwa auf Mehrerträge ganz allgemein schließen zu wollen, wie sie in Rußland angeblich mit 20,8 % durch die Jarowisation von Linsen erzielt worden sein sollen¹⁾.

¹⁾ Malaschin, W., Jarowisationsversuche mit der Linse. Soz. Kornwirtschaft, Moskau, 2, 13, 1935.

b) Vegetationsversuche mit 10 Sorten in 2 Aussaatzeiten.

Nachdem im ersten Abschnitt die Wirkung verschiedener Behandlungszeiten auf eine Sojasorte dargestellt wurde, soll nunmehr der Einfluß einer gleichbleibenden Jarowisation auf eine größere Anzahl von Sorten geprüft werden. Den Versuchen lagen die von den Russen vorgeschlagenen Bedingungen zugrunde. Das Verfahren wurde nach der im ersten Abschnitt entwickelten Methode durchgeführt.

Die Fragestellung lautete: wie verhalten sich, bzw. unterscheiden sich einzelne Sorten in ihrer Entwicklung bei einheitlicher Vorbehandlung und wie wird die Wirkung dieser Vorbehandlung durch die Außenbedingungen beeinflusst. Deshalb wurden 10 Sorten in zwei Aussaatzeiten in den Versuch genommen.

Als Erde diente ein Gemisch von $\frac{2}{3}$ gut kompostierter Gartenerde und $\frac{1}{3}$ Lehm. Die Mischung hatte einen pH-Wert von 7.81 (Trénel) und erwies sich für die Sojabohnentopfkultur als sehr günstig. Eine zusätzliche Kali-Phosphorsäure-Düngung wurde in Höhe von 3 g Kali 40 % und 7 g Superphosphat je Mitscherlichgefäß gegeben. Die Wasserkapazität wurde von 50 % bei Beginn der Entwicklung auf 60 % erhöht und gegen Ende wieder etwas zurückgeführt.

Die Aussaat erfolgte am 12. V. und 27. V.; der Aufgang war normal und setzte nach etwa 12 bis 14 Tagen ein. In der Entwicklung traten nennenswerte Unterschiede zwischen behandelter Saat und unbehandelten Kontrollen nicht auf. Die Verzweigungsneigung war bei den nicht jarowisierten Pflanzen zum Teil größer. Eine Feststellung, die in späteren Versuchen wiederholt gemacht werden konnte und deshalb weiter unten noch berührt wird. Die wichtigsten Entwicklungsdaten sind in Übersicht 4 und 5 zusammengestellt.

Folgende 10 Sorten standen im Versuch:

Nr.	Sorte	Keimfähigkeit in %
1	Schwarze Bonner Typ XI	96
2	Dieckmanns Heimbürger gr. gelbe Nr. 3.	89
3	Gießener Nr. 12	96
4	Brillmayers Platter schwarze SS	91
5	Bitterhoffs mittelfrühe MDH 20600	94
6	Bitterhoffs früheste gelbe	90
7	Schwarzsamige Soja Hansa 23	95
8	Karlsdorfer Nr. 150	99
9	Gottschalks schles. gelbe Nr. 1	93
10	Deutsche gelbsamige Nr. 111	93

Übersicht 4.

Aussaat 12. V., Behandlung 15 Tage 25°.

Sorte	Unbehandelte Kontrollen				Behandelt			Verkürzung	
	Aufgang	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Reife und Ernte	Aufgang	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Reife und Ernte	in Tagen in %
1	25. V.	10. VII.	46	21. IX.	25. V.	7. VII.	43	17. IX.	3 6,5
2	25. V.	10. VII.	46	21. IX.	25. V.	7. VII.	43	17. IX.	3 6,5
3	24. V.	10. VII.	47	1. X.	24. V.	6. VII.	43	25. IX.	4 8,5
4	24. V.	12. VII.	49	1. X.	24. V.	9. VII.	46	25. IX.	3 6,1
5	23. V.	6. VII.	43	24. IX.	23. V.	4. VII.	41	14. IX.	2 4,6
6	23. V.	10. VII.	47	24. IX.	23. V.	4. VII.	41	14. IX.	6 12,7
7	22. V.	14. VII.	53	30. IX.	22. V.	8. VII.	47	20. IX.	6 11,3
8	22. V.	11. VII.	50	30. IX.	22. V.	5. VII.	44	20. IX.	6 12,0
9	22. V.	17. VII.	56	22. IX.	22. V.	9. VII.	48	11. IX.	8 14,3
10	22. V.	20. VII.	59	22. IX.	22. V.	5. VII.	44	11. IX.	15 25,4
1	24. V.	10. VII.	47	10. IX.	24. V.	3. VII.	40	2. IX.	7 14,9
2	24. V.	4. VII.	41	10. IX.	24. V.	3. VII.	40	2. IX.	1 2,4
3	24. V.	10. VII.	47	1. X.	24. V.	7. VII.	44	21. IX.	3 6,4
4	24. V.	6. VII.	43	1. X.	24. V.	6. VII.	43	21. IX.	0 —
5	22. V.	12. VII.	51	21. IX.	22. V.	8. VII.	47	11. IX.	4 7,8
6	22. V.	15. VII.	54	21. IX.	22. V.	6. VII.	45	11. IX.	9 16,6
7	24. V.	13. VII.	50	9. IX.	24. V.	4. VII.	41	2. IX.	9 18,0
8	24. V.	7. VII.	44	9. IX.	24. V.	4. VII.	41	2. IX.	3 6,8
9	25. V.	11. VII.	47	6. X.	25. V.	11. VII.	47	25. IX.	0 —
10	25. V.	12. VII.	48	6. X.	25. V.	11. VII.	47	25. IX.	1 2,0

Der Versuch wurde in der Vegetationshalle durchgeführt. Klimatische Angaben sind auf Seite 488 zusammengestellt.

Die Ergebnisse überraschen weiter nicht. Zunächst trat in jedem Falle eine Verfrühung der Blühbeginnzeiten ein. Abgesehen von einigen Unregelmäßigkeiten läßt sich doch deutlich ein sortenunterschiedliches Verhalten der Jarowisation gegenüber erkennen. Dabei beträgt die Verkürzung der Zeit vom Aufgang bis zur Blüte 0 bis 15 Tage. Dieses Ergebnis deckt sich durchaus mit der theoretischen Grundlage des Problems, wonach günstigstenfalls, von einigen Ausnahmen abgesehen, die bei der Behandlung selbst aufgewandten Zeiten als Entwicklungsbeschleunigung in der Verfrühung der Blühbeginnzeiten wieder zutage treten.

Es ist schwierig und wäre auch verfehlt, die erzielten Ergebnisse mit den physiologischen Eigenschaften, etwa Früh- oder Spätreife der Sorten in Einklang bringen zu wollen, denn wir finden in den beiden zum Vergleich stehenden Aussaatzeiten zu große Unterschiede in der Verkürzung der Blühbeginnzeiten, wenn man von einigen recht gut erkennbaren Parallelen, etwa bei den Sorten Bonner schwarzsamige glänzende Typ XI und Dieckmanns Heimbürger Industrie Nr. 3, absieht. Die Zahlen sprechen vielmehr für die Bedingtheit der Entwicklungsbeschleunigung durch die jeweiligen Umweltfaktoren, die nach Beendigung der eigentlichen Keimstimmung mit dem Auflaufen der jungen Pflanzen entscheidend den Entwicklungsrhythmus beeinflussen. An anderer Stelle wird über diese Zusammenhänge noch ein Wort zu sagen sein. Für die Richtigkeit der oben abgeleiteten Schlußfolgerung spricht allein schon die theoretische Überlegung. Sorgt man nämlich bei der Aussaat unbehandelter Kontrollen für optimale Temperaturen ($20-25^{\circ}\text{C}$), so muß beim Vergleich mit behandelter Saat die Wirkung notwendig gleich null werden. Diese Möglichkeit ist im Gewächshaus ohne weiteres gegeben. In Verbindung mit den übrigen Wachstumsfaktoren, die man im Gewächshaus ebenso mit Leichtigkeit beherrscht, lassen sich deshalb Erfolge erzielen, die man mit Hilfe einer Vorbehandlung nicht entfernt erreichen kann.

Wie bei der Beurteilung des Blühbeginns stößt man bei der Bonitierung der Reife auf ähnliche Schwierigkeiten, die sich wie die Blüte über Tage bis Wochen hinzieht. Ganz abgesehen von der Unsicherheit der Beurteilung bestimmter Reifegrade ist selbst die Totreife noch ein äußerst relativer Begriff. Wenngleich der Zeitpunkt der Totreife der Bonitierung zugrundegelegt wurde, so ist

doch diesen Aufzeichnungen keine besonders entscheidende Bedeutung beizumessen. Der allgemeine Eindruck der abreifenden Bestände behandelter und unbehandelter Saat war keineswegs so günstig, wie man aus den toten Zahlen und Daten vielleicht entnehmen könnte. Wirklich ausschlaggebend bei der Reife sind nicht Tage, sondern Wochen.

c) Vegetationsversuche mit 2 Sorten bei neuntägiger Behandlung in Verbindung mit verschiedener Düngung und Impfung.

Es ist bekannt, daß sich Nährstoffmangel oder Nährstoffüberschuß als maßgebliche Faktoren im Entwicklungsrhythmus der Pflanze bemerkbar machen. Wenn die Rolle der Nährstoffe auch nicht allzu entscheidend ist, so ist doch ein Stickstoffüberschuß fast immer mit Blüh- und Reifeverzögerung, ein Phosphorsäureüberschuß mit entsprechender Blüh- und Reifebeschleunigung verbunden.

Aus technischen Gründen wurde der Versuch in der Weise angelegt, daß eine normale Kali-Phosphorsäuredüngung unter gleichzeitiger Impfung des Saatgutes gegeben wurde. Bei einer zusätzlichen Stickstoffdüngung unterblieb die Impfung.

Als Erde mußte eine gute humose Gartenerde dienen, die an sich schon ausreichende Nährstoffe für eine normale Entwicklung der Sojabohne bot; denn die Anzucht von Sojabohnen in reinen Sandkulturen gestaltet sich äußerst schwierig.

Die Höhe der Nährstoffabgaben betrug 3 g Kali 40 %, 5 g Superphosphat und 2 g Kalksalpeter je Mitscherlichgefäß, bei einem pH-Wert der Erde von 8,89 (Trénel). Die Impfung wurde mit Radizin durchgeführt. Der Versuch wurde im Gegensatz zu dem vorausgehenden in 4facher Wiederholung mit folgenden Sorten angestellt:

1. Bonner schwarzsamige glänzende Typ XI,
2. Bitterhoffs früheste gelbe.

Die weitere Versuchsanordnung und die wichtigsten Entwicklungsdaten gehen aus folgenden Tabellen hervor.

Übersicht 6.

Düngung K, P, geimpft, Aussaat 23. V., Aufgang 1. VI.

Sorte	Unbehandelte Kontrollen		Behandlung 9 Tage 25° C		Verkürzung	
	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	in Tagen	in %
1 a	6. VII.	35	1. VII.	30	5	14,3
b	6. VII.	35	1. VII.	30	5	14,3
c	5. VII.	34	2. VII.	31	3	8,8
d	5. VII.	34	2. VII.	31	3	8,8
2 a	4. VII.	33	30. VI.	29	4	12,1
b	6. VII.	35	1. VII.	30	5	14,3
c	4. VII.	33	1. VII.	30	3	9,1
d	7. VII.	36	2. VII.	31	5	13,9

Übersicht 7.

Unbehandelte Kontrollen. Aussaat 23. V., Aufgang 1. VI.

Sorte	I. geimpft, KP		II. ungeimpft, KPN	
	Beginn der Blüte	Aufgang-Blüte in Tagen	Beginn der Blüte	Aufgang-Blüte in Tagen
1 a	6. VII.	35	6. VII.	35
b	6. VII.	35	5. VII.	34
c	5. VII.	34	6. VII.	35
d	5. VII.	34	6. VII.	35

Behandlung 9 Tage 25° C. Aussaat 23. V., Aufgang 1. VI.

Sorte	I. geimpft, KP		II. ungeimpft, KPN		Verkürzung in Tagen	
	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	I	II
1 a	1. VII.	30	3. VII.	32	5	3
b	1. VII.	30	3. VII.	32	5	2
c	2. VII.	31	2. VII.	31	3	4
d	2. VII.	31	3. VII.	32	3	3

Übersicht 8.

Unbehandelte Kontrollen. Aussaat 23. V., Aufgang 1. VI.

Sorte	I. geimpft, KP		II. ohne Düngung und Impfung	
	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen
2 a	4. VII.	33	2. VII.	31
b	6. VII.	35	6. VII.	35
c	4. VII.	33	4. VII.	33
d	7. VII.	36	4. VII.	33

Behandlung 9 Tage 25° C. Aussaat 23. V., Aufgang 1. VI.

Sorte	I. geimpft, KP		II. ohne Düngung u. Impfung		Verkürzung in Tagen	
	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	I.	II.
2 a	30. VI.	29	29. VI.	28	4	3
b	1. VII.	30	2. VII.	31	5	4
c	1. VII.	30	2. VII.	31	3	2
d	2. VII.	31	2. VII.	31	5	2

Der Versuch bestätigt die Tatsache, daß auch bei neuntägiger Behandlung ein leicht erkennbarer Jarowisationseffekt zu erzielen ist. Dabei sind die erreichbaren Verfrühungen der Blühbeginnzeiten zahlenmäßig nicht vollständig zum Ausdruck gekommen. So läßt sich für die Sorte Nr. 2 eine maximale Verkürzung der Blühbeginnzeiten von 7 Tagen feststellen, wenn man 2a (behandelt) und 2d (unbehandelt) miteinander vergleicht.

Aus Übersicht 7 geht eindeutig hervor, daß Impfung bzw. Nichtimpfung keine deutlichen Unterschiede in bezug auf den Blühbeginn auslöst. Lediglich die Stickstoffgabe hat bei der jarowisierten Reihe eine Verzögerung um einen Tag zur Folge.

Zwischen den Reihen — geimpft, KP und ohne zusätzliche Düngung und Impfung — sind sowohl bei den unbehandelten Kontrollen, als auch bei den jarowisierten Pflanzen irgendwelche Besonderheiten nicht zu erkennen, wie aus Übersicht 8 hervorgeht.

Der Erfolg der Behandlung schlägt demnach trotz verschiedener Düngung und Impfung unter den Bedingungen der vorstehenden Versuche immer eindeutig durch. Damit soll nun nicht gesagt sein, daß unter extremen Düngungsverhältnissen die Verkürzung der

Blühbeginnzeiten nicht auch einmal überdeckt werden kann; doch muß es sich dabei schon um ausgesprochene Mangelversuche handeln.

d) Vegetationsversuche mit verschiedenen Sorten unter veränderten Jarowisationsbedingungen.

Es lag nahe, außer den von Lyssenko vorgeschlagenen Jarowisationsbedingungen auch die Wirkung anderer Faktoren auf die Wirkung der Behandlung zu untersuchen.

Zu diesem Zweck wurden Temperaturen von 30 und 35 °C und Behandlungszeiten von 5 und 10 Tagen gewählt; weiterhin wurden Versuche mit Temperaturen von 5 und 15 °C bei einer Behandlungsdauer von 12, 18, 23 bzw. 5, 10 und 15 Tagen (bei 15 °C) angestellt.

Durch diese Versuche sollte herausgefunden werden, ob nicht andere Versuchsbedingungen das Verfahren erleichtern könnten, da anzunehmen war, daß höhere Temperaturen als 25 °C den Jarowisationsprozeß intensiver und zugleich schneller ablaufen ließen. Damit würde man der Gefahr des Pilzbefalles wirksam begegnen können, wenn man bei kürzerer Behandlungsdauer und höheren Temperaturen den gleichen Erfolg erreichte.

Der erste Versuch wurde mit nachstehenden 5 Sorten nach fünftägiger Jarowisation bei 30 °C angelegt:

1. Bonner schwarzsamige glänzende Typ XI,
2. Gießener Nr. 12,
3. Bitterhoffs mittelfrühe schwarze MDH 20600,
4. Dieckmanns Heimbürger gelbgraue Nr. 18,
5. Deutsche gelbsamige Nr. 111.

Die Versuchsbedingungen waren im ganzen gesehen den unter 3a beschriebenen ähnlich. Der Versuch selbst wurde im Gewächshaus ausgeführt.

Schon die Durchführung der Behandlung zeigte aber Schwierigkeiten, die eine Ausdehnung des Verfahrens über 5 Tage nicht ratsam erscheinen ließen, obwohl auch in diesem Versuch alle nur erdenklichen Vorsichtsmaßregeln beobachtet wurden; denn mit der Erhöhung der Temperatur wurden für das Wachstum von Pilzen so günstige Bedingungen geschaffen, daß der Befall bereits nach 2—3 Tagen eintrat.

Die Aussaat erfolgte deshalb nach fünftägiger Behandlung am 25. VII.; Aufgang und Entwicklung ließen nichts zu wünschen

übrig. In der folgenden Übersicht sind die Daten der Blühbeginnzeiten verzeichnet.

Übersicht. 9.

Sorte	Aufgang	Unbehandelte Kontrollen		Behandlung 5 Tage 30° C	
		Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen
1	7. VIII.	2. IX.	26	2. IX.	26
		3. IX.	27	31. VIII.	24
2	7. VIII.	2. IX.	26	2. IX.	26
		4. IX.	28	2. IX.	26
3	7. VIII.	13. IX.	37	14. IX.	38
		14. IX.	38	15. IX.	39
4	7. VIII.	1. IX.	25	1. IX.	25
		2. IX.	26	3. IX.	27
5	7. VIII.	6. IX.	30	5. IX.	29
		4. IX.	28	6. IX.	30

Der Versuch zeigt ganz eindeutig, daß die angewandte Jarowisation keinen Einfluß auf die Verfrühung der Blühbeginnzeiten hatte. Es kommt hinzu, daß die Gewächshausbedingungen im August und September den unbehandelten Kontrollen so günstige Entwicklungsmöglichkeiten boten, daß ein, wenn auch kleiner Behandlungserfolg leicht überdeckt werden konnte. Damit dürfte die bereits erwähnte Abhängigkeit der Entwicklungsbeschleunigung von den jeweiligen Außenbedingungen nach erfolgter Aussaat nochmals bestätigt sein.

Daß tatsächlich die Jarowisation bei verkürzter Behandlungszeit und erhöhten Temperaturen wirkungslos bleibt, beweist noch ein Versuch, der zeitlich früher lag und im Freiland mit 2 Sorten zur Durchführung kam. Die Behandlungstemperatur betrug 35° C bei einer Einwirkungsdauer von 5 Tagen. Die oben erwähnten Schwierigkeiten traten naturgemäß auch hier bei der Behandlung auf, weshalb erneut Mittel versucht wurden, die geeignet schienen, den Pilzbefall während der Jarowisation völlig zu unterdrücken. Da sich bei der Lagerung von Lupinen ein Zusatz eines Mineralöles als wirkungsvoll gegen Pilzbefall bewährt hat, wurden die Sojabohnen nach der Beizung und Quellung mit einigen Tropfen Paraffinöl versetzt. Die Wirkung dieses Zusatzes war unverkennbar, doch konnten die Bohnen nicht länger als 5 Tage lebensfähig erhalten werden, da sie infolge des allzu dichten Abschlusses der Samenschale in alkoholische Gärung übergingen.

Die Aussaat erfolgte am 14. VI. in Reihen von 30 cm und 20 cm Abstand in der Reihe mit 3 Körnern je Legestelle. Der Aufgang am 19. VI. war gut und regelmäßig. Die Blühbeginnzeiten sind in folgender Übersicht zusammengestellt.

Übersicht 10.

Sorte	Unbehandelte Kontrollen		Behandlung 5 Tage 35 ° C	
	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen
Bonner schwarz. glänz. Typ XI	10. VIII.	52	10. VIII.	52
Gießener Nr. 12	10. VIII.	52	10. VIII.	52
" Nr. 12	8. VIII.	50	8. VIII.	50
" Nr. 12	8. VIII.	50	8. VIII.	50

Unter diesen Umständen wäre es natürlich verfehlt, bei der Behandlung mit höheren Temperaturen zu arbeiten, selbst wenn eine Verlängerung der Behandlungsdauer den erwarteten Erfolg bringen sollte. Trotzdem wurde noch eine Sorte nach 10tägiger Behandlung bei 35 ° C geprüft. Der Versuch wurde wieder als Topfversuch in mehrfacher Wiederholung in der Vegetationshalle durchgeführt. Das Ergebnis veranschaulicht nachstehende Übersicht.

Übersicht 11.

Sorte: Bonner schwarzsamige glänzende Typ XI. Aussaat 19. VI., Aufgang 23. VI.

Unbehandelte Kontrollen		Behandlung 10 Tage 35 ° C		Verkürzung
Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Verkürzung in Tagen
5. VIII.	43	31. VII.	38	5
5. VIII.	43	31. VII.	38	5
8. VIII.	46	31. VII.	38	8
8. VIII.	46	31. VIII.	39	7

Damit hat sich also die Behandlung mit höheren Temperaturen erst bei hinreichender Ausdehnung der Behandlungsdauer bemerkbar gemacht. Die Erfolge sprechen nicht für eine Überlegenheit höherer Temperaturen als 25 ° C; sie lassen sich leichter durch 9—15tägige Behandlung erreichen, wie an anderer Stelle gezeigt wurde; deshalb erscheint die Anwendung von Temperaturen über 25 ° C nicht geboten.

Ebensowenig schien die Keimstimmung bei Temperaturen unter 20—25 ° C erfolgsversprechend. Wenn trotzdem auch mit tiefen

Temperaturen einige orientierende Versuche angestellt wurden, so geschah es im Hinblick auf die praktische Bedeutung in bezug auf die Frage der Aussaatzeit.

Die Fragestellung lautete: Erfolgt möglicherweise durch die Einwirkung tiefer (ungünstiger) Temperaturen, denen die Sojabohne bei sehr früher Aussaat ausgesetzt wird, eine Jarowisation im negativen Sinne, das heißt, wird die Zeit vom Aufgang bis zur Blüte vielleicht sogar verlängert.

Der Versuch wurde mit der Sorte Gießener Nr. 12 nach 12, 18 und 23 tägiger Behandlung bei 5°C angelegt. Die Blühbeobachtungen ergaben übereinstimmend, daß die Zeit vom Aufgang bis zur Blüte mit 29—30 Tagen im Vergleich zu unbehandelten Kontrollen konstant blieb. Damit könnte eine Frühsaat durchaus geboten erscheinen, wenn nicht durch Pilze und andere Schädlinge zu große Ausfälle entstehen würden, wie die Aussaatzeitenversuche beweisen. In bezug auf die Reife wirkt sich eine Frühsaat trotz ungünstiger Temperaturen jedenfalls nicht ungünstig aus. Ähnliche Ergebnisse wurden mit den Sorten:

Bitterhoffs früheste mittelhohe gelbe CSS 20601 A,
Dieckmanns Heimbürger gelbgraue Nr. 18,
Schwarze matte Hansa Nr. 4,
Bitterhoffs mittelfrühe schwarze MDH 20600,
Karlsdorfer Nr. 150,

bei 10-, 15- und 20tägiger Behandlung bei 15°C erhalten. Die Aussaaten erfolgten am 5., 10. und 15. IX.; doch bot die Bonitierung der Blüte einige Schwierigkeiten, da infolge mangelnder Lichtintensität die Ausbildung der Blüten nicht mehr normal vor sich ging; deshalb wird auf die Darstellung des Versuches in Form einer Tabelle verzichtet.

4. Feldversuche als Parallelen zu 3b.

Als Parallelen zu den unter 3b dargestellten Gefäßversuchen wurden mit den gleichen Sorten Feldversuche durchgeführt. Der Boden der Versuchspartzellen besteht aus schwerem alluvialem Lehm und ist im Lahntal 150 m über NN gelegen; er hat etwa 40 % abschlembare Teile, erwärmt sich sehr schwer und ist deshalb für Sojabohnenkultur wenig geeignet. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt etwa 609 mm bei einer mittleren Temperatur

von 8,9° C. Die näheren meteorologischen Daten sind in einer Übersicht im Anhang zusammengefaßt.

Die Düngung betrug 21 kg N, 40 kg P₂O₅, 80 kg K₂O und 1700 kg CaO/ha.

Die Versuche wurden in Handdibbelsaat 40 × 20 cm mit 3 Körnern je Legestelle ausgelegt. Die Teilstückgröße betrug 3,4 × 1,2 m = 4,08 qm mit einfacher Wiederholung.

Die Witterung war zur Zeit der Aussaat sehr trocken, so daß der Aufgang sehr verzögert wurde. Er erfolgte durchschnittlich nach 14 Tagen trotzdem gut und gleichmäßig bei behandelter und unbehandelter Saat.

Die folgenden Übersichten 12 und 13 veranschaulichen den Entwicklungsverlauf des Versuches.

Übersicht 12.

Aussaat 12. V., Behandlung 15 Tage 25° C.

Sorte	Unbehandelte Kontrollen			Behandelt			Verkürzung	
	Aufgang	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Aufgang	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	in Tagen	in %
1	29. V.	15. VII.	47	29. V.	4. VII.	36	11	23,4
	29. V.	14. VII.	46	29. V.	5. VII.	37	9	19,5
2	31. V.	15. VII.	45	31. V.	3. VII.	33	12	26,7
	31. V.	13. VII.	43	31. V.	4. VII.	34	9	20,9
3	27. V.	15. VII.	49	27. V.	5. VII.	39	10	20,4
	27. V.	15. VII.	49	27. V.	5. VII.	39	10	20,4
4	27. V.	21. VII.	55	27. V.	8. VII.	42	13	23,6
	27. V.	21. VII.	55	27. V.	9. VII.	43	12	21,8
5	26. V.	28. VII.	63	26. V.	18. VII.	53	10	15,8
	26. V.	28. VII.	63	26. V.	18. VII.	53	10	15,8
6	27. V.	22. VII.	56	27. V.	8. VII.	42	14	25,0
	27. V.	21. VII.	55	27. V.	7. VII.	41	14	25,5
7	30. V.	14. VII.	45	29. V.	8. VII.	40	5	11,1
	30. V.	14. VII.	45	29. V.	8. VII.	40	5	11,1
8	27. V.	3. VIII.	68	27. V.	18. VII.	52	16	23,5
	27. V.	3. VIII.	68	27. V.	18. VII.	52	16	23,5
9	28. V.	17. VII.	50	28. V.	4. VII.	37	13	26,0
	28. V.	17. VII.	50	28. V.	6. VII.	39	11	22,0
10	29. V.	14. VII.	46	29. V.	9. VII.	41	5	10,8
	29. V.	16. VII.	48	29. V.	9. VII.	41	7	14,5

Übersicht 13.

Aussaat 27. V., Behandlung 15 Tage 25° C.

Sorte	Unbehandelte Kontrollen			Behandelt			Verkürzung	
	Aufgang	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	Aufgang	Beginn der Blüte	Aufg.-Blüte in Tagen	in Tagen	in %
1	11. VI.	21. VII.	40	11. VI.	14. VII.	33	7	17,4
	11. VI.	21. VII.	40	11. VI.	15. VII.	34	6	15,0
2	12. VI.	25. VII.	43	13. VI.	18. VII.	36	7	16,3
	12. VI.	25. VII.	43	12. VI.	18. VII.	36	7	16,3
3	11. VI.	20. VII.	39	11. VI.	18. VII.	37	2	5,1
	11. VI.	20. VII.	39	11. VI.	18. VII.	37	2	5,1
4	11. VI.	3. VIII.	53	11. VI.	21. VII.	40	13	24,5
	11. VI.	3. VIII.	53	11. VI.	22. VII.	41	12	22,6
5	10. VI.	15. VIII.	66	10. VI.	12. VIII.	63	3	4,5
	10. VI.	15. VIII.	66	10. VI.	9. VIII.	60	6	9,1
6	13. VI.	10. VIII.	58	12. VI.	25. VII.	43	15	25,8
	13. VI.	10. VIII.	58	12. VI.	25. VII.	43	15	25,8
7	11. VI.	20. VII.	39	16. VI.	16. VII.	35	4	10,2
	11. VI.	20. VII.	39	11. VI.	16. VII.	35	4	10,2
8	11. VI.	17. VIII.	67	11. VI.	10. VIII.	60	7	10,4
	10. VI.	17. VIII.	67	11. VI.	10. VIII.	60	7	10,4
9	13. VI.	3. VIII.	51	12. VI.	19. VII.	37	14	27,4
	13. VI.	3. VIII.	51	12. VI.	18. VII.	36	15	29,4
10	12. VI.	28. VII.	46	11. VI.	20. VII.	39	7	15,2
	12. VI.	28. VII.	46	11. VI.	20. VII.	39	7	15,2

Erwartungsgemäß trat in jedem Falle eine Verfrühung der Blühbeginnzeiten ein, die sich jedoch mit den erzielten Ergebnissen der Gefäßversuche nicht in Einklang bringen läßt. Der Grund ist sehr naheliegend, denn die jeweiligen Außenbedingungen bestimmen letzthin den Entwicklungsverlauf viel stärker als die vorausgegangene Behandlung. So läßt sich im Feldversuch häufig eine maximale Entwicklungsbeschleunigung bei Sorten feststellen, die diesen Vorsprung im Gefäßversuch nicht zeigten.

Im ganzen gesehen bot der Feldversuch ein ausgeglichenes Bild. Die Entwicklung konnte nicht ganz befriedigen, da sie infolge allzu großer Trockenheit und kühler Temperaturen stark gehemmt wurde. Erst im Juli trat ein überaus üppiges Wachstum ein, das bei einzelnen Sorten sogar zum Lagern führte.

Deshalb hätte die Jarowisation gerade in einem an sich sehr ungünstigen Jahr ihre praktische Bedeutung unter Beweis stellen

können, indem sie trotz zögernder Jugendentwicklung der Bestände eine rechtzeitige Reife herbeigeführt hätte.

Diese Erwartung trat nicht ein. Bei Eintritt des ersten Nachtfrostes am 3. X. waren nicht einmal deutliche Vergilbungserscheinungen erkennbar. Der noch fast grüne Bestand wurde deshalb am 5. X. gemäht, so daß eine Bonitierung der Reife nicht mehr vorgenommen werden konnte.

Damit dürfte zur Genüge bewiesen sein, daß die jeweiligen Umweltbedingungen den letzten und entscheidenden Einfluß auf den Jarowisationseffekt ausüben. Im Zusammenhang mit dieser Tatsache können persönliche Mitteilungen einiger Universitäts-Institute in England, Irland und Holland gebracht werden, die übereinstimmend über völlig negativen Verlauf ihrer Jarowisationsversuche unter ihren humiden Klimaverhältnissen berichten.

5. Phänologische Beobachtungen.

In einem früheren Abschnitt wurde bereits darauf hingewiesen, daß die aus jarowisierter und unbehandelter Saat erwachsenen Pflanzen sich im Wuchs nicht wesentlich unterscheiden. Diese Feststellung gilt in erster Linie für die Wuchsfreudigkeit und Höhe des Aufwuchses.

Der Habitus behandelter Pflanzen weicht insofern von dem der unbehandelten Kontrollpflanzen ab, als die Verzweigungsneigung nicht mehr so stark ausgeprägt erscheint. Die behandelte Pflanze ist entwicklungsbereiter und neigt deshalb früher zur Ausbildung der Blütenanlagen.

In diesem Zusammenhang darf endlich eine Beobachtung nicht unerwähnt bleiben, die geradezu zur Unterscheidung vernalisierter und unbehandelter Pflanzen dienen kann. Die aus behandelter Saat erwachsenen Pflanzen blühten regelmäßig bereits im Blattwinkel des ersten geteilten Blattes nach den Primordialblättern, während die Blüten nicht behandelter Saat erst im zweiten Blattwinkel gebildet wurden. Diese Erscheinung konnte besonders deutlich an den 5 Sojasorten des unter 3d dargestellten Versuches sowohl unter Normal- als auch künstlichen Kurztagverhältnissen beobachtet werden. Da dieses Verhalten nicht die Folge einer Kurz- bzw. Langtagreaktion sein kann, so dürfte damit ein Beweis für qualitative Umwandlungen im Saatgut während der Jarowisation erbracht sein.

Welcher Art diese Veränderungen sind, ist zurzeit noch nicht genügend geklärt. Sicher ist, daß die Jarowisation durch einen Blühreiz die Blüte früher auslöst und die Blühbereitschaft schon äußerlich durch den Ansatz der Blüte zu erkennen gibt.

Die Lösung dieser Frage nach den inneren Ursachen der Jarowisation ist allerdings auf der physiologisch-chemischen Seite zu suchen. Eine verhältnismäßig einfache chemische Analyse der wichtigsten Reservestoffe Eiweiß und Fett im behandelten und unbehandelten Saatgut zeigte ein regelmäßiges Absinken der reinen Nährstoffe nach der Jarowisation wie die Übersicht zeigt.

Übersicht 14.

Sorte	% Eiweiß in der Tr.-Substanz		% Fett in der Tr.-Substanz	
	unbeh. Saat	beh. Saat	unbeh. Saat	beh. Saat
1	42,00	39,85	20,68	19,93
2	37,50	34,71	21,38	20,85
3	35,61	34,24	22,75	21,85
4	38,62	38,04	20,42	19,03
5	42,65	41,57	18,30	17,35
6	43,27	41,76	19,20	18,81
7	43,50	39,42	17,98	17,78
8	35,10	33,02	22,86	22,23

6. Chemische Untersuchungen.

Nach russischen Angaben sollen Qualitätsunterschiede, die die Backfähigkeit bei Weizen betreffen, durch die Jarowisation hervorgerufen werden¹⁾. Der Zweck der folgenden Untersuchungen war deshalb, zu prüfen, inwieweit diese Feststellung auch für die Sojabohne gilt.

Bei der Durchführung der Analysen kam es begreiflicherweise auf die Erfassung der beiden wichtigsten Bestandteile Eiweiß und Fett an. Nachstehende Übersicht zeigt den Prozent-Gehalt an Eiweiß und Fett in der Trockensubstanz von Ernten der Sorte Gießener Nr. 12, die in sechsfacher Wiederholung in Mitscherlichgefäßen gut zur Reife kam.

¹⁾ Murawjew, P. A., Die Mahl- und Backfähigkeit jarowisierter Weizenarten. Jarow. Bull. I, 47—56, 1932.

Übersicht 15.

Unbehandelt		Behandelt			
Eiweiß	Fett	Eiweiß	Fett	Eiweiß	Fett
32,13	21,42	34,44	20,41	30,53	21,47
29,77	21,88	34,01	20,32	31,33	21,83
38,60	18,91	25,44	22,32	32,36	20,27
33,49	21,65	34,78	19,90	28,83	22,75
34,74	19,92	39,04	18,04	30,52	22,24
30,66	20,79	32,46	20,59	31,29	21,70

Bei der Durchsicht der erhaltenen Werte ergeben sich keine bemerkenswerten Unterschiede in den Gehaltszahlen von Ernteproben behandelter und unbehandelter Saat. Die Schwankungen innerhalb der einzelnen Wiederholungen sind zwar beträchtlich, aber durch die Zufälligkeiten der Topfkultur durchaus erklärlich.

Die rechnerisch gefundenen Mittelwerte der Wiederholungen decken sich jedenfalls mit den nach sorgfältiger Mischung der einzelnen Proben erhaltenen Werten, die eine qualitative Veränderung zugunsten des aus jarowisierter Saat erhaltenen Erntegutes nicht erkennen lassen.

	Errechnetes Mittel		Mittel nach Mischung der Proben	
	Eiweiß %	Fett %	Eiweiß %	Fett %
Unbehandelt . . .	33,43	20,76	32,35	21,06
Behandelt	33,36	20,24	33,15	20,90
Behandelt	30,81	21,71	30,60	22,50

Um aber sicher zu gehen, wurden noch weitere Untersuchungen mit Ernteproben von 10 Sorten vorbehandelter und unbehandelter Saat vorgenommen. Die Probenahme erfolgte durch Zusammenfassung der Körnererträge aus je zwei Mitscherlichgefäßen. Nach Vermahlen und gründlichem Durchmischen der Proben, wurde je eine Doppelanalyse gemacht, deren Ergebnisse in der folgenden Übersicht zusammengestellt sind.

Auch hier sind die Unterschiede gering und können keinesfalls zugunsten der Jarowisation ausgelegt werden, zumal wenn man berücksichtigt, daß Abweichungen in Fett- und Eiweißwerten immer vorkommen, wie eine Kontrolluntersuchung an unbehandelten Sorten bei verschiedener Aussaatzeit zeigt. Die erhaltenen Werte sind in

Tabelle 17 vereinigt, wobei allerdings nur die Eiweißwerte berücksichtigt wurden.

Übersicht 16.

	Unbehandelt		Behandelt	
	Eiweiß %	Fett %	Eiweiß %	Fett %
1	37,35	19,37	38,06	18,76
2	33,15	19,02	37,69	16,93
3	38,83	18,01	38,17	18,59
4	39,76	17,21	42,06	17,37
5	44,60	14,92	44,80	14,78
6	44,32	16,45	44,38	16,81
7	37,83	19,42	39,57	18,43
8	41,19	16,76	41,60	14,76
9	42,14	18,17	42,86	16,33
10	29,96	21,06	30,79	20,84

Übersicht 17.

Unbehandelte Kontrollen (Eiweiß in der Tr.-substanz).

	Aussaat 12. V.	Aussaat 28. V.
1	40,66	37,35
2	37,13	33,15
3	43,21	38,83
4	43,95	39,76
5	46,13	44,60
6	42,11	37,82
7	48,26	41,19
8	29,52	29,96

7. Untersuchungen zur Frage der Keimpflanzenstimmung von Sojabohnen.

Die Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf das Pflanzenwachstum haben in den letzten Jahren viele bemerkenswerte Ergebnisse gezeitigt. Die klassischen Versuche von Garner und Allard¹⁾ mit Sojabohnen haben in neuerer Zeit die Bedeutung des Tag-Nachtverhältnisses für den Entwicklungsrhythmus der Pflanzen herausgestellt und den Anstoß zu einer umfangreichen

¹⁾ Garner, W. und H. A. Allard, Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction on plants. J. Agric. Res. 1920, 18, 553 — 606.

Versuchstätigkeit gegeben. Ohne auf die zahlreichen Arbeiten im einzelnen näher einzugehen, sei auf eine Zusammenfassung der bisherigen Erfahrungen und Erkenntnisse in einer Übersicht von Schick¹⁾ verwiesen. Von neueren Berichten seien die Arbeiten von Purvis, Rudolf, Volk, Hackbarth und Harder²⁻⁶⁾ genannt.

Sie alle lassen erkennen, daß die „einzigartige“ Wirkung der Tageslichtdauer nicht nur eine Reaktion auf die Belichtungsverhältnisse darstellt, sondern daß sie nur unter Mitwirkung anderer Faktoren, wie Temperatur und Feuchtigkeit in erster Linie, zustande kommt.

So bemerkenswert die bisher gewonnenen Erkenntnisse als Beitrag zur Gruppierung der Pflanzen durch die Unterscheidungsmöglichkeit nach Kurztag-, Langtag- und tagneutralen Typen auch sein mögen, so wenig sind sie von grundlegender Bedeutung für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Das Wissen um die Kurztag-Langtagreaktion hat zwar der Pflanzenzüchtung neue Wege eröffnet und ihre bisher bekannten Methoden erweitert, nicht aber grundsätzlich Neues gebracht. Die Züchtung bzw. das Auffinden der an unsere Verhältnisse angepaßten Langtagmaise oder etwa der Langtagbohnsensorte „Konservanda“ ist auch ohne Kenntnis dieser Dinge gelungen.

Einzelheiten über den Einfluß veränderter Tageslängen auf Sorten von Sojabohnen bringt die bereits erwähnte Arbeit von W. Rudolf. Die mitgeteilten Ergebnisse weisen insofern Parallelen zu den in Gießen 1935 durchgeführten Versuchen auf, als die größte Beschleunigung der Zeit vom Aufgang bis zur Blüte bei an sich späten Sorten erzielt wird. Abweichungen von dieser Regel sind

1) Schick, R., Photoperiodismus. Der Züchter, 4. Jhrg., H. 5, 122—135, 1932.

2) Purvis, O. N., An analysis of the influence of temperature during germination on the subsequent development of certain winter cereals and its relation of the effect of length of day. *Annals of Botany*, Vol. XLVIII, Nr. CXCII, Oct. 1934.

3) Rudolf, W., Untersuchungen über den Einfluß veränderter Tageslängen auf Sorten von Sojabohnen und Buschbohnen. *Zeitschr. f. Züchtung, Reihe A, Pflanzenzüchtung*. Bd. XX, H. 2, 251—267, 1935.

4) Volk, A., Die Bedeutung von Keimtemperatur und Tageslänge für die Entwicklung der Pflanze. *Der Forschungsdienst*, Bd. 1, H. 2, 113—124, 1936.

5) Hackbarth, J., Die photoperiodische Reaktionsweise einiger Lupinensorten. *Der Züchter*, 8. Jhrg., H. 4, 82—92, 1936.

6) Harder, R. u. J. Störmer, Über Entwicklungsbeschleunigung im Kurztag durch Kältenachwirkung. *Ldw. Jhrb.*, Bd. 83, H. 3, 401—415, 1936.

allerdings keine Seltenheit und dürften nicht zuletzt durch Beobachtungsfehler als Folge der großen Blühintervalle zu erklären sein.

Die Ergebnisse sind nicht unmittelbar miteinander vergleichbar, da einmal die Bemessung des Kurztages unterschiedlich erfolgte und zum andern auch die übrigen Außenbedingungen in Gießen und Leipzig verschieden waren.

Die folgende Übersicht zeigt das Verhalten einiger Sojasorten aus den Versuchen in Gießen und Leipzig. Außer der Verschiedenartigkeit der Versuchsbedingungen sei noch erwähnt, daß der Aufgang mit Unterschieden bis zu 25 Tagen erfolgte und der Gießener Versuch im Freiland, der Leipziger dagegen in Topfkultur vorgenommen wurde. Immerhin läßt sich die angedeutete Parallele recht gut an den Sorten Nr. 2 (spät) und Nr. 6 (früh) erkennen.

Aus den Versuchen folgt weiter, daß jede Sorte eine ihr eigentümliche Kurztagbehandlung erfahren muß, wenn sie mit einer optimalen bzw. maximalen Verkürzung ihrer Blühbeginnzeit antworten soll.

Es ist an sich uninteressant, zu wissen, welche Kurztagbehandlung bei dieser oder jener Sorte das Optimum darstellt, denn als Sortencharakteristikum wäre diese Reaktion wertlos, da sie sehr unsicher ist und im übrigen die meisten Sojasorten verschwinden.

Damit sollen aber keineswegs die Vorteile geleugnet werden, die die Ausnutzung dieser Reaktion etwa für die züchterische Bearbeitung haben kann. Erwähnt sei nur die Angleichung der Blühzeiten von früh- und spätblühenden Sorten zu Kreuzungszwecken oder die Erzwingung der Blühwilligkeit von Sorten mit ausgesprochenem Kurztagcharakter, wie weiter unten an einem Beispiel gezeigt wird. Nicht zuletzt sei auf die Möglichkeit der Beschleunigung der Generationsfolge hingewiesen.

Die folgenden Untersuchungen sollten vor allem einige Zusammenhänge zwischen Temperatur- und Kurztagwirkung aufzeigen.

Zu diesem Zweck wurden fünf Sojasorten:

1. Bonner schwarzsamige glänzende Typ II,
2. Gießener Nr. 12,
3. Bitterhoffs mittelfrühe MDH 20600,
4. Dieckmanns Heimburger gelbgraue Nr. 18,
5. Deutsche gelbsamige Nr. 111

im Gewächshaus bei hochsommerlichen Temperaturen im Mittel von etwa 20° C kultiviert und in zwei Serien geteilt, wovon die

eine nach dem ersten Auflaufen 19 Tage lang einen künstlichen Kurztag von 9 Lichtstunden erhielt (8^h bis 17^h), während die andere den natürlichen Lichtverhältnissen ausgesetzt blieb. In der folgenden Übersicht sind einige Daten des Entwicklungsverlaufes dargestellt.

Übersicht 19.

Aussaat 25. VII., Aufgang 7. VIII.

Sorte	Normaltag		9 Std. Kurztag		Verkürzung	
	Beginn der Blüte	Aufg.-Bl. in Tagen	Beginn der Blüte	Aufg.-Bl. in Tagen	in Tagen	in %
1	2. IX.	26	1. IX.	25	1	3,8
	3. IX.	27	1. IX.	25	2	7,4
2	2. IX.	26	1. IX.	25	1	3,8
	4. IX.	28	1. IX.	25	3	10,7
3	13. IX.	37	10. IX.	34	3	8,1
	14. IX.	38	10. IX.	34	4	10,5
4	1. IX.	25	31. VIII.	24	1	4,0
	2. IX.	26	31. VIII.	24	2	7,7
5	6. IX.	30	1. IX.	25	5	16,7
	4. IX.	28	1. IX.	25	3	10,7

Die Kurztagrückwirkung ist nach Tagen gemessen gering. Die Verkürzung der Zeit vom Anfang bis zur Blüte beträgt bei den Sorten 1, 2 und 4 zum Teil nur einen Tag. Damit ist klar erwiesen, daß die Erreichung des reproduktiven Stadiums mit Hilfe optimaler Temperaturen in geeigneter Verbindung mit den übrigen Wachstumsfaktoren sehr gut möglich ist. Der Temperaturfaktor vermag also für sich allein, selbst in Verbindung mit langen Tagen, die gleiche Wirkung hervorzurufen, wie der Kurztag, der nach Garner und Allard eine einzigartige Wirkung haben soll. Dabei muß man allerdings berücksichtigen, daß es sich bei den untersuchten Soja-sorten keineswegs mehr um ausgesprochene Kurztagtypen handelt und daß die Kultur bei abnehmenden Tagelängen stattfand (August etwa 14 Std. 40 Min., September 12 Std. 40 Min.).

Es wurde absichtlich darauf verzichtet, den genauen Verlauf der Temperaturen und der Luftfeuchtigkeit festzuhalten, da einmal die Wiedererreichung des gleichen Gewächshausklimas unmöglich wäre, da das Klima im ganzen gesehen den natürlichen Schwankungen des Außenklimas folgte und nur zeitweilig durch Schattierung oder Erhöhung der Luftfeuchtigkeit eingegriffen wurde, zum andern

aber auch automatische Meßgeräte fehlten. Am Schluß der Arbeit findet sich eine Zusammenstellung der wichtigsten klimatischen Bedingungen, aus der sich jeweils angenäherte Anhaltspunkte wenigstens für den Temperaturverlauf gewinnen lassen.

Wie sehr der Temperaturfaktor über die Kurztagbeeinflussung, wenigstens bei unseren angepaßten Kultursorten, dominiert, bestätigen folgende Versuche. 18 Sojasorten gelangten im Gewächshaus wie in der offenen Vegetationshalle am 19. 8. zur Aussaat, und zwar im Gewächshaus in offene Beete, in der Vegetationshalle in einfache Tontöpfe (17 cm). Mit Rücksicht auf die an sich kürzer werdenden Tageslängen wurde ein 9 Stunden-Tag gewählt. Die Gewächshausserie wurde nach dem Aufgang 9 Tage, die Serien in der Vegetationshalle 18, 27 und 36 Tage lang der Kurztagbehandlung ausgesetzt. Nähere Daten des Gewächshausversuches gehen aus der nächsten Übersicht hervor.

Übersicht 20.

Aussaat 19. VIII., Aufgang 25. VIII., Verdunkelung 27. VIII.—6. IX.

Sorte	Verdunkelt		Unverdunkelt	
	Beginn d. Blüte	Aufg.-Bl. in Tagen	Beginn d. Blüte	Aufg.-Bl. in Tagen
1. Dieckmanns Heimb. gr. gelbe Nr. 3	1. X.	37	4. X.	40
2. Dieckmanns Heimb. gr. gelbe Nr. 18	28. IX.	34	26. IX.	32
3. Brillmayers Platter gelbe Riesen	1. X.	37	28. IX.	34
4. Bitterhoffs mittelfr. schwarze MDH 20 600	3. X.	39	5. X.	41
5. Gießener Nr. 12	3. X.	39	1. X.	37
6. Bonner hellgelbsamige Typ I . .	29. X.	35	28. IX.	34
7. Bitterhoffs früheste mittelhohe . .	7. X.	43	1. X.	37
8. Brillmayers Platter schwarze SS 427	7. X.	43	3. X.	39
9. Schwarze matte Hansa Nr. 4 . .	8. X.	44	2. X.	38
10. Bonner schwarzsamige glänzende Typ XI	6. X.	42	4. X.	40
11. Hansa 23	9. X.	45	7. X.	43
12. Karlsdorfer Nr. 150	10. X.	46	8. X.	44
13. Gottschalks schles. gelbe Nr. 1. .	5. X.	41	6. X.	42
14. Gottschalks schles. schwarze Nr. 2	6. X.	42	5. X.	41
15. Schwarze matte Hansa 43	7. X.	43	5. X.	41
16. Bitterhoffs früheste	7. X.	43	6. X.	42
17. Norddeutsche schwarzsamige . .	10. X.	46	2. X.	38
18. Deutsche gelbsamige Nr. 111 . .	7. X.	43	4. X.	40

Das Ergebnis ist trotz mancher Mängel nicht überraschend. Eine Kurztagrückwirkung ist nur bei einigen Sorten mit Sicherheit als positiv zu erkennen, während in den überwiegenden Fällen die Blühbeginnzeiten von Kurztag- und Langtagpflanzen zusammenfallen oder gar von den Normalpflanzen früher erreicht werden. Daß trotzdem eine Kurztagrückwirkung erfolgte, steht außer Zweifel. Sie machte sich jedoch vornehmlich in der Beeinflussung des vegetativen Wachstums bemerkbar.

Die periodische Lichtbeeinflussung stellt nur einen Faktor aus einem Faktorenkomplex dar, der ebenso wie alle anderen Umweltbedingungen den Entwicklungsrhythmus der Pflanze bestimmen und der im Minimum, Maximum und Optimum vorkommen kann. Daraus ergibt sich, daß die Kurztagrückwirkung nicht einseitig einer bestimmten Einwirkungsdauer des Kurztages unterworfen ist, sondern durch andere Faktoren, die sich im Minimum befinden, beeinträchtigt, bei optimalem Verlauf aber überdeckt wird. Diese Tatsache dürfte durch die bisherigen Versuche klar belegt sein und wird in den nächsten Versuchen nochmals bestätigt.

Die 3 Versuchsserien mit den gleichen 18 Sorten in der Vegetationshalle erhielten die oben erwähnte Kurztagbehandlung vom Auflaufen an gerechnet (25. VIII.). Die Temperaturen waren für den Anfang des Versuches durchaus günstig; die Tagesmittel schwankten in der Zeit vom 19. bis zum 31. VIII. zwischen 13,5 und 19,2° C, bei einem Gesamtmittel von 16,7° C. Dagegen bewegten sich die Tagesmittel im September zwischen 5,1 und 19,3° C, bei einem Gesamtmittel von 13,3° C.

In der vegetativen Entwicklung kamen sämtliche Versuchsserien bis zur Beendigung der Verdunkelung, einschließlich der Normaltagkontrollen, nur wenig über die Ausbildung der Primordialblätter hinaus; eine Kurztagrückwirkung konnte deshalb noch nicht wahrgenommen werden. Erst nach Einbringen des Versuches, nach Beendigung der Kurztagbehandlung, in ein Gewächshaus bei mittleren Temperaturen zwischen 18 und 20° C, zeigten sich einige Fortschritte in der vegetativen Entwicklung. Die Knospen erschienen jedoch bei den kurztagbehandelten Reihen gleichzeitig mit denen der unbehandelten Kontrollen. Auffällig war, daß sämtliche Reihen mit geschlossenen Blüten abblühten, ohne auch nur eine Andeutung eines weiß oder lila gefärbten Blütenblattes erkennen zu lassen. Daß es sich hier um die Doppelwirkung der beiden Faktoren Licht und Temperatur (Kurztagwirkung und ungünstiger

Temperaturverlauf während der Jugendentwicklung) handelt, ist deshalb ziemlich sicher, weil die gleichen Feststellungen bei jedem dieser Faktoren für sich unter gleichzeitiger optimaler Gestaltung aller übrigen Bedingungen gemacht werden konnten.

Außer den rein morphologischen Veränderungen der Blüte (völliges Fehlen oder andeutungsweise Reste von Blütenblättern) wurde unter den oben besprochenen Bedingungen eine völlige Sterilität der Blüten beobachtet. Bis Anfang November wurde bei keiner dieser Serien ein normaler Hülsenansatz erzielt, obwohl es an Blütenanlagen nicht fehlte. Es kam lediglich zu kleinen kolbigen Anschwellungen des Fruchtblattes, der Hülse, die aber keine befruchtete Samenanlage enthielt. Wir haben es hier auch mit einer Erscheinung zu tun, die kurztag- wie temperaturbedingt sein kann, wobei die Lichtintensität auch eine gewisse Rolle spielt.

Daß es möglich ist, eine Sterilität durch den Kurztag allein hervorzurufen, kann ein weiterer Versuch belegen. Die Sorte Bitterhoffs mittelfrühe schwarze MDH 20600 aus den in Übersicht 19 dargestellten Untersuchungen zeigt unter den Bedingungen des 9 Stunden-Kurztages eine völlige Sterilität, während sie im Normaltag einen guten Hülsenbesatz aufwies. Da die anderen Sorten nicht in dieser Weise reagierten, darf man annehmen, daß es sich hier um eine sortengebundene Eigentümlichkeit handelt.

Die gleiche Wirkung läßt sich auch noch durch Einwirkung tiefer Temperaturen während der ersten Entwicklungsphase und nachfolgender Kurztagkultur erreichen. Die Sorte Gießener Nr. 12, die in Topfkulturen unter günstigen Bedingungen stets einen überaus guten Hülsenansatz zeigt, bildet nach 12- bis 36tägiger Tieftemperaturbehandlung um 5° C im Sandkeimbett nach dem Pikieren im Mitscherlichgefäße unter günstigen Wachstums- und Entwicklungsbedingungen bei gleichzeitiger Einwirkung eines künstlichen Kurztages fast keine Hülsen mehr aus.

Eine Bestätigung für die Richtigkeit der bisherigen Beobachtungen wurde erhalten durch Versuche mit einigem Material von Sojabohnen der Deutschen Hindukusch-Expedition, das Dr. Scheibe freundlicherweise zur Verfügung stellte. Der größte Teil der Sojabohnen war afghanischer und indischer Herkunft und gelangte bei Gewächshausaussaat am 12. VI. bis zum 1. X. nicht zur Blüte. Deshalb wurden 8 Herkünfte gewählt, die als besondere Serie in den eingangs besprochenen Verdunkelungsversuch mit 18 Sojasorten eingeschaltet waren. Die Herkünfte sind in der nächsten Übersicht näher bezeichnet.

Übersicht 21.

D.H.E.Nr. ¹⁾	Herkunft
2311	Kamu bei Kamesch, Nuristan (Ostafghanistan) unteres Baschgultal, Höhe über NN 2050 m.
2370	Avlagal, Nuristan, mittleres Baschgultal, Höhe über NN 1920 m.
181	Wama, Nuristan, Peetschtal, Höhe über NN 1660 m.
3327	Kalas, Chitral, Nord-West-Indien.
3976/81	Kalimpong, Darjeeling, Brit.-Indien. Höhe über NN etwa 2000 m.

Die Aussaat erfolgte zwar einige Tage später am 24. VIII., die Verdunkelung setzte mit dem Auflaufen am 1. IX. ein und wurde 10 Tage lang durchgeführt. Der Erfolg der Behandlung war unerwartet gut. Schon nach 31 Tagen traten bei den Kurztagpflanzen die Knospen in Erscheinung, die etwa von Mitte Oktober an aufblühten. Diese Tatsache überraschte an sich weiter nicht: doch wurden bei den afghanischen und indischen Herkünften im Gegensatz zur Hauptversuchsreihe normale Hülsen angesetzt und ausgebildet, eine Erscheinung, die in einer geringeren Wärmebedürftigkeit der Herkünfte ihre Erklärung findet.

Bei 2 Herkünften der Nr. 3976/81, Kalimpong, Britisch-Indien konnte eine bisher noch nicht beobachtete morphologische Veränderung festgestellt werden. Der 9-Stunden-Kurztag verursachte nämlich das völlige Fehlen des Wipfeltriebes. Während die Normaltagkontrollen ein ungehindertes Längenwachstum zeigten, waren die Kurztagtypen ohne weiteres an ihrem gestauchten Wuchs zu erkennen, wobei das vierte gefiederte Blatt in fast gradliniger Verlängerung des letzten Internodiums gestellt war, die Stelle des Wipfeltriebes aber durch eine Blütenanlage eingenommen wurde.

Eine starke Seitentriebbildung wurde endlich als Folge der Kurztagbehandlung beobachtet. Während die Normaltagkontrollen des Hindukusch-Materials zum Teil überhaupt keine Seitentriebe bildeten, war bei einzelnen Herkünften unter Kurztagverhältnissen die Neigung zur Entwicklung von Seitentrieben auffällig stark; die Seitentriebe wurden sogar bereits in den Blattwinkeln der Primordialblätter und der Keimblätter ausgebildet.

Ein Winden fast aller Langtagkontrollen, wie es Maximov und Tinker bei *Phaseolus multiflorus* und *vulgaris* fanden, trat auch

¹⁾ Deutsche Hindukusch-Expedition.

hier auf; doch ist diese Erscheinung zu wenig charakteristisch. Sie ist selbstverständlich langtagbedingt, doch spielt auch hier die Temperatur eine entscheidende Rolle. Mit Hilfe günstiger Temperaturen lassen sich geeignete Voraussetzungen für das Längenwachstum schaffen und somit kann man unter Langtag- und Kurztagverhältnissen das Winden geradezu erzwingen.

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick.

Die vorausgegangenen Untersuchungen zeigen mit aller Deutlichkeit, daß die Hoffnungen, die man in das Problem der Keimstimmung gesetzt hatte, sich zum größten Teil nicht erfüllten. Über die Bedeutungslosigkeit des Verfahrens können auch die erzielten positiven Ergebnisse nicht hinwegtäuschen, die in Kürze an dieser Stelle nochmals zusammengefaßt sind.

1. Die Jarowisation von sommerannuellen Pflanzen, insbesondere von Sojabohnen, bei hohen Temperaturen ist technisch durchführbar. Die Versuche haben gangbare Wege aufgezeigt, die Keimstimmung unter Vermeidung der Pilzgefahr erfolgreich auszuführen. Dabei dürfen die Schwierigkeiten der Behandlung nicht übersehen werden, die das Verfahren nur für den Laborversuch in kleinem Maßstab geeignet erscheinen lassen.

2. Das behandelte Saatgut zeigt nach gelungener Keimstimmung unverminderte Keimfähigkeit und Triebkraft.

3. Die Vernalisation erlaubt nur das Auslegen der Saat von Hand. Die Möglichkeit der Drillsaat ist nur unter Anwendung sehr hoher Aussaatmengen gegeben, die praktisch nicht in Frage kommen.

4. Eine Rücktrocknung des behandelten Saatgutes erscheint unmöglich, da die Keimfähigkeit fast vollständig verloren geht.

5. Bemerkenswerte Unterschiede im Wuchs treten nicht auf. Die aus jarowisierter Saat erwachsenen Pflanzen zeigen nach erfolgreicher Behandlung keine verminderte Wuchsfreudigkeit.

6. Im Habitus weichen behandelte Pflanzen von unbehandelten Kontrollen insofern ab, als sie bei sich verzweigenden Sorten diese Eigenschaft meist verlieren und einstengelig wachsen.

7. Als deutlich erkennbares Zeichen der vorausgegangenen Behandlung und der durch qualitative Umwandlungen im Samen hervorgerufenen Blühbereitschaft läßt sich die Ausbildung der Blüten bereits an Internodien beobachten, die an den Kontrollpflanzen noch keine Blüten tragen. Damit wird ein Beweis für

einen der Grundbegriffe der Theorie Lyssenkos erbracht, wonach Wachstum und Entwicklung keine gleichbedeutenden Erscheinungen sind.

8. Die erzielbare Verfrühung der Blühbeginnzeiten beträgt zwischen 0 und 15 Tagen.

9. Bei der Reife sind diese Unterschiede meist nicht mehr so scharf ausgeprägt. Ertrags- und Qualitätsunterschiede lassen sich ebensowenig feststellen.

10. Die Wirkung der Behandlung ist sortengebunden und kann mit der verschiedenen Wärmebedürftigkeit der einzelnen Sorten in den verschiedenen Entwicklungsstadien in Zusammenhang gebracht werden.

11. Die von Lyssenko vorgeschlagenen Behandlungsbedingungen treffen praktisch das Richtige; doch läßt sich zeigen, daß auch mit anderen Temperaturen ähnliche Wirkungen erreicht werden und durch günstige Gestaltung der Wachstums- und Entwicklungsbedingungen während der ersten Entwicklung die Behandlung entbehrlich gemacht werden kann.

12. Die jeweiligen Außenbedingungen nach der Aussaat beherrschen die Entwicklungsbeschleunigung stärker als die vorausgegangene Jarowisation, weshalb sich sichere Parallelen im Behandlungserfolg bei den einzelnen Sorten nicht auffinden lassen.

13. Verkürzungen der Blühbeginnzeiten sind einfacher mit Hilfe der photoperiodischen Nachwirkung zu erzielen, wobei man allerdings mit Ertragsminderung rechnen muß.

14. Die der Keimstimmung und der photoperiodischen Nachwirkung vorausgesagten Vorteile sind nach den vorliegenden Erfahrungen weder der landwirtschaftlichen noch züchterischen Praxis zu empfehlen.

Durch die Behandlung kann man zwar die Blühbeginnzeiten vorverlegen, doch wird dieser Vorteil, den man zum Zwecke der Kreuzung von früh- und spätblühenden Formen ausnutzen könnte, teuer erkauft. Eine zeitlich verschiedene Aussaat leistet dasselbe, zumal das Blühintervall sehr groß ist; außerdem erlaubt die Beherrschung der Klimafaktoren im Gewächshaus eine Einflußnahme auf Wachstum und Entwicklung, die eine Vorbehandlung bei Durchführung dieser Arbeiten überflüssig macht. Das Verfahren kann weder die Züchtung beschleunigen, noch das Auffinden frühreifer Sorten erleichtern oder gar ganz entbehrlich machen.

Ähnlich verhält es sich mit der photoperiodischen Reaktion. Sie stellt sogar eine Erschwerung der bisher üblichen Zuchtmethoden dar, indem Auslesebedingungen geschaffen werden, die uns von Natur aus nicht zur Verfügung stehen. Durch die Untersuchung auf das photoperiodische Verhalten einzelner Sorten oder Herkünfte wird letzthin nicht mehr erreicht als durch eine Auslese auf Früh- bzw. Spätreife unter unseren normalen Langtagbedingungen, nur mit dem Unterschied, daß das Verfahren zeitraubend und kostspielig und nicht zuletzt im Erfolg unsicherer ist.

Wie sehr unser Wissen um die Keim- und Keimpflanzenstimmung noch problematischer Natur ist, beweisen die Nachrichten aus Rußland, die erkennen lassen, daß es um die Erfolge der Jarowisation noch schlecht bestellt ist; dabei sind neuerdings Bestrebungen nicht zu verkennen, die Keimstimmung mit Problemen in Verbindung zu bringen, die ursprünglich nichts mit dieser Frage zu tun haben, wie das Abbauprob¹⁾.

Deshalb kann die kritische Grundhaltung dem Problem der Keimstimmung gegenüber, die schon in der Einleitung der Arbeit zum Ausdruck kam, auf Grund der Versuche nur noch stärker betont werden. Diese Einstellung bedeutet nicht ein Ausweichen vor unüberwindlichen Schwierigkeiten. Sie entstand vielmehr aus der Erkenntnis der begrenzten Bedeutung dieses Problems. Eine Rundfrage an Universitäts-Institute des Auslandes, die sich ebenfalls mit dieser Frage befaßten, erbrachte ebenfalls keine Antwort, die zu irgendwelchen Hoffnungen berechtigte. Damit dürfte klar werden, daß die erste „Jarowisationsbegeisterung“ allmählich durch eine kritische Betrachtungsweise und abwartende Haltung ersetzt wird und es liegt am wenigsten in Deutschland ein zwingender Grund vor, diese Begeisterung wach zu halten in einer Zeit, in der äußerster und positiver Einsatz aller Kräfte für Volk und Staat gefordert wird.

¹⁾ Schiller, O., Neue Wege der russischen Pflanzenzüchtung. Landwirtsch. Jahrbücher, Bd. 83, H. 3, 381—389, 1936.

V. Anhang.

Beobachtungen der Station im Institutsgarten¹⁾.

Temperatur und Sonnenscheindauer der Monate März bis Oktober.

Monat	Temperatur in °C Tagesmittel	Sonnenscheindauer in Std. Tagesmittel
März 1.—10.	3,6	1,9
11.—20.	3,1	4,8
21.—31.	10,6	5,6
April 1.—10.	7,5	6,4
11.—20.	5,7	4,0
21.—30.	7,9	4,0
Mai 1.—10.	15,0	6,3
11.—20.	14,7	7,9
21.—31.	13,4	7,3
Juni 1.—10.	11,9	3,5
11.—20.	18,0	10,2
21.—30.	20,2	7,9
Juli 1.—10.	18,8	5,2
11.—20.	16,8	5,9
21.—31.	17,4	5,2
Aug. 1.—10.	15,7	5,3
11.—20.	18,2	5,4
21.—31.	17,9	9,7
Sept. 1.—10.	15,1	3,4
11.—20.	13,7	4,8
21.—30.	11,3	3,6
Okt. 1.—10.	5,4	4,6
11.—20.	7,7	1,2
21.—31.	9,1	2,0

Literatur.

- Bassarskaja, M., Zur Frage der Verhinderung des Auswachsens beim Jarowisieren von Getreidesaatgut. Jarow. Bull., 2/3, 87—104, 1932.
- Eaton, E. M., Assimilation-respiration balance as related to length of day reactions of soy beans. Bot. Gaz., 77, 300—321, 1924.
- Eberhart, C., Untersuchungen über das Vorquellen der Samen. Diss. Jena 1906.
- Feistritzer, M., Die Jarowisation landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Der Züchter, 6. Jahrg., H. 7, 153, 1934.
- Friedberg, M., La printanisation des Blés. Comptes rendues hebdomadaires des séances de l'Académie d'Agriculture de France. 19, 220—228, 1934.

¹⁾ Werte nach den Beobachtungen der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle Gießen.

Beobachtungen der Station auf dem Versuchsfeld¹⁾.

Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer der Monate Mai bis September.

Monat		Temperatur ° C Tagesmittel	Niederschlag mm Summe	Sonnenschein- dauer Std.-Tagesmittel
Mai	1.—10.	13,8	2,4	6,3
	11.—20.	13,8	2,5	7,9
	21.—31.	12,3	3,6	7,3
Juni	1.—10.	11,6	72,2	3,5
	11.—20.	17,5	34,9	10,2
	21.—30.	19,4	2,2	7,9
Juli	1.—10.	17,9	23,2	5,1
	11.—20.	16,0	52,1	6,0
	21.—31.	16,7	26,1	5,1
Aug.	1.—10.	15,6	27,6	5,5
	11.—20.	17,6	16,7	5,4
	21.—31.	17,5	16,6	9,7
Sept.	1.—10.	14,6	25,8	3,4
	11.—20.	13,4	3,5	4,8
	21.—30	10,8	25,8	3,6

Garner, W. u. H. A. Allard, Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction on plants. J. Agric. Res. 18, 553—606, 1902.

Gaßner, G., Der gegenwärtige Stand der Stimulationsfrage. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. 44, 341—367, 1926.

Geschele, E. E., Der Kampf mit den pilzlichen Erkrankungen beim Jarowisieren. Jarow. Bull. 2/3, 69—80, 1932.

Hackbarth, J., Die photoperiodische Reaktionsweise einiger Lupinenarten. Der Züchter, 8. Jahrg., H. 4, 82—92, 1936.

Harder, R. und I. Störmer, Über Entwicklungsbeschleunigung im Kurztag durch Kältenachwirkung. Ldw. Jhrb., Bd. 83, H. 3, 401—415, 1936.

Herbage, Publication Series Bulletin Nr. 16, Dec. 1934.

Hiltner, L., Keimungsverhältnisse der Leguminosen und ihre Beeinflussung durch Organismenwirkung. Arb. der Biol. Reichsanstalt, 2, 1902.

Van Hoek, Enige waarnemingen omtrent Jarowisatie. Landbouwkundig Tijdschrift, 46. Jhr., Nr. 567, 809, Dec. 1934.

Hudson, P. S., Vernalisation in agricultural practice. J. Minist. Agric., London, 43, H. 6, 536—543, 1936.

Joint Publication, Vernalisation and Phasic Development of Plants, Imperial Bureaux of Plant Genetics, Aberystwyth and Cambridge, Dec. 1935.

¹⁾ Werte nach den Beobachtungen der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle Gießen.

- Kazantzew, A. J., Die Leinjarowisation in Ostsibirien. Len i konoplja, Moskau, 13, H. 3, 32, 1936.
- Klebs, G., Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903. Physiologie der Fortpflanzung der Gewächse. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. 4, 276—296, 1913.
- Klitsch, Zusammenhänge mit dem Jarowisationsproblem in der Praxis des Pflanzenbaues. Pflanzenbau, 11. Jhrg., H. 11/12, 1935.
- Konowalof, J., Über die Jarowisation der Linsen. Sozialistischeskoje sernowoje choseistwo, Saratow, 4, Nr. 1, 9, 1934.
- Kostov, Vernalisation and Phasic Development of Plants, 88.
- Kubarewa, A. W., Das Reagieren der Hirsesorten auf die Jarowisation. Selekcziya i semenowodstwo, Moskau, 7, H. 5, 47—50, 1936.
- Litwinow, Über den Mechanismus der Jarowisation bei der Sojabohne. Bull. de l'institut biologique de Perm. 9, 59—70, 1934.
- Lyssenko, T. D., Zur Frage der Jarowisation von Mais, Hirse, Sudangras und Sojabohnen. Jarow. Bull. 2/3, 46—64, 1932.
- , Ist die Forderung nach Photoperiodizität in der Natur der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen begründet? Jarow. Bull. 2/3, 16—34, 1932.
- Malaschin, W., Jarowisationsversuche mit der Linse. Soz. Kornwirtschaft, Moskau 2, 13, 1935.
- Merkenschlager, F., Das russische landwirtschaftlich-botanische Forschungsnetz. Der Züchter, 5. Jahrg., H. 2, 44—46, 1933.
- Die Mühle, Bd. 73, H. 40, 1289, 1936.
- Murajew, P. A., Die Mehl- und Backfähigkeit jarowisierter Weizensorten. Jarow. Bull. 1, 47—56, 1932.
- Nerling, Die Jarowisation des Getreides nach T. D. Lyssenko. Der Züchter, 5. Jahrg., H. 3, 67, 1933.
- Von Oettingen, Sammelreferate über Jarowisation. Sonderdruck der Deutschen Landwirtschaftlichen Rundschau.
- , Wesen und Bedeutung der Jarowisation. D. Ldw. Presse, 60. Jhrg., Nr. 47.
- Purvis, O. N., An analysis of the influence of temperature during germination on the subsequent development of certain winter cereals and its relation to the effect of length of day. Annals of Botany, Vol. XLVIII, Nr. CXCII, Oct. 1934.
- Rudorf, W., Keimstimmung und Keimpflanzenstimmung in ihren Beziehungen zur Züchtung. Der Züchter, 7. Jahrg., H. 8, 193—199, 1935.
- , Untersuchungen über den Einfluß veränderter Tageslängen auf Sorten von Sojabohnen und Buschbohnen. Zeitschr. f. Züchtung, Reihe A, Pflanzenzüchtung, Bd. XX, H. 2, 251—267, 1935.
- und J. Hartisch, Bedingungen des Entwicklungsverlaufes bei höheren Pflanzen mit besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Der Forschungsdienst, Bd. 1, H. 1, 39—47, 1936.
- Schick, R., Photoperiodismus. Der Züchter, 4. Jahrg., H. 5, 122—135, 1932.
- Schiller, O., Neue Wege der russischen Pflanzenzüchtung. Ldw. Jhrb., Bd. 83, H. 3, 381—389, 1936.
- Snell, K., Physiologische Untersuchungen zur Unterscheidung und Kennzeichnung der Weizensorten. Angewandte Botanik, Bd. XVIII, H. 4 5, 363, 1936.

Sobotka, M. und Katetov, V., Die Keimstimmung, ihr Wesen und ihre Bedeutung. Zemedelska Jednota, 15, 2, 30—31, 1935.

Volk, A., Die Bedeutung von Keimtemperatur und Tageslänge für die Entwicklung der Pflanze. Der Forschungsdienst, Bd. 1, H. 2, 113—124, 1936.

Voß, J., Verwandlung von Winter- in Sommerweizen? Deutsche Ldw. Presse, 61. Jahrg., 1, 1, 1934.

—, Besprechung von „Vernalisation and Physic Development of Plants“. Angewandte Botanik, 503, 1936.

—, Untersuchungen über Entwicklungsbeschleunigung und Anzucht von Winterweizen im Warmhaus. Pflanzenbau, 10, 321—331, 1934.

Untersuchungen zur Methodik einer Keimstimmung bei Wärme.

Von

Prof. Dr. W. Rudolf, Dr. G. Stelzner und Dr. J. Hartisch.

Mit 3 Abbildungen.

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Sicherheit und Höhe der Erträge unserer Kulturpflanzen bildet die Anpassung des Entwicklungsverlaufs der Sorten an das Klima ihrer Anbaugebiete. Winter-, Wechsel- und Sommertypus, Frühreife und Spätreife sind deshalb Eigenschaften, welche in der Züchtung eine große Rolle spielen. Über ihre Beeinflußbarkeit durch Umweltfaktoren war aber nicht viel bekannt, noch weniger wußten wir über die „inneren Bedingungen“ (Klebs 7—10), die Physiologie ihrer Merkmale und ihre erbliche Bedingtheit. Obwohl deutsche Forscher die ersten erfolgversprechenden Untersuchungen durchgeführt hatten, so v. Seelhorst (32) und vor allen Klebs in seinen bahnbrechenden Arbeiten über die willkürliche Änderung des Entwicklungsverlaufs niederer und höherer pflanzlicher Organismen, blieb dieses Forschungsgebiet vernachlässigt. Auch die Versuche Gassners (6) fanden nicht die nötige Beachtung. Erst die Arbeiten von Garner und Allard (4—5) über Photoperiodismus und der russischen Forscher, wie Maximov (19—21), Rasumov (22—23), Lyssenko (13—18), über den Einfluß der Temperatur und des Tag-Nacht-Längerverhältnisses auf den Entwicklungsverlauf, die ihren prägnantesten Ausdruck in Lyssenkos Lehre von der „Jarowisation“ fanden, erregten auch in Deutschland große Aufmerksamkeit. Wir

tun aber gut, uns auf die grundlegenden Arbeiten von Klebs zu besinnen, der schon 1901 in seiner Schrift „Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen“ ein großzügiges Forschungsprogramm aufgestellt hat, das noch heute volle Berechtigung besitzt.

In der vorliegenden Veröffentlichung sollen Untersuchungsergebnisse zur Methodik und Apparatur der Wärmebehandlung von Samen wärmebedürftiger Kulturpflanzen mitgeteilt werden, da die Keimstimmung dieser Arten auf viel größere Schwierigkeiten stößt als diejenige biennueller und winterannueller Arten, bei denen tiefe Temperaturen um 0°C zur Anwendung kommen (Rudolf 26, 27, 31).

Wie unsere Untersuchungen zeigten, läßt sich eine Wärmekeimstimmung nur unter Beachtung ganz besonderer Versuchsbedingungen erfolgreich durchführen; denn zu den zu bietenden Faktoren Wärme und gegebenenfalls Licht treten weitere unerwünschte, die zunächst unserer Kontrolle durchaus nicht unterlagen. Dies sind:

1. ein Befall der keimenden Samen durch Pilze und Bakterien, und
2. das in engen Grenzen zu haltende Längenwachstum der Keimlinge.

Zur Behebung dieser beiden Störungen haben wir eine Reihe von Maßnahmen durchgeführt, über die zunächst berichtet sei.

1. Der Befall der keimenden Samen durch Pilze und Bakterien.

Bereits bei unseren ersten Versuchen, die Keimstimmung an Samen wärmebedürftiger Pflanzen durchzuführen, traten niedere Organismen in solchen Mengen auf, daß das gesamte Saatgut in kürzester Zeit schwer geschädigt war. Es handelte sich dabei vornehmlich um *Bacterium fluorescens*, die Wildhefe *Torula* und besonders die Schimmelpildner *Penicillium* und *Mucor*. Alle diese Schädlinge entwickelten sich unter den günstigen Bedingungen, die das feuchte und nährstoffreiche Substrat der keimenden Samen bei Temperaturen um 20 bis 25°C bot, so reich, daß sie die Lebensfähigkeit der Samen bald völlig vernichteten.

Durch Sterilisation der Gefäße und Beizung der Samen in einem Tauchverfahren (Germisan, Abavit, Sublimat, Formalin, Bromwasser, Wasserstoffsuperoxyd) ließ sich das Auftreten der Mikroorganismen zwar zunächst hinauszögern; die tägliche Kontrolle der Versuche, die selbst nicht unter hinreichend sterilen Bedingungen erfolgen konnte, schwächte die Wirkung der ursprünglichen Entkeimung und führte schließlich doch zu einer neuen Infektion.

Eine solche kann aber auch eintreten, wenn unter einer verletzten Samenschale Kolonien von Mikroorganismen sitzen, die von der Beize nicht erreicht worden waren. Bei den Samen der Leguminosen zeigte sich auch, daß die Mikropyle immer ein Einfallstor der genannten Schädlinge ist, die sich unter der Samenschale ansiedeln. Das gilt besonders für Saatgut, das unter regnerischer Witterung ausgereift und geerntet ist. Solche Infektionsträger wird man in der Regel im Verlauf einer Behandlung zwar bald erkennen und entfernen, meist haben sie aber bei ihrem Auffinden auf die umliegenden Samen bereits Sporen oder Myzel übertragen. Die Verwendung unbeschädigten und „gesunden“ Saatgutes ist infolgedessen eine der ersten Voraussetzungen für das Gelingen der Keimstimmung. Unterstützt werden muß sie durch die tägliche Prüfung des der Keimstimmung unterworfenen Saatgutes, die mit einer Öffnung der Gefäße zu erfolgen hat, da die durch die Atemtätigkeit der Samen mit CO_2 angereicherte Luft einer ständigen Erneuerung bedarf.

Die dauernde Sterilhaltung des Luftraumes in dem Behandlungsgefäß durch eingehängte Säckchen mit desinfizierenden Stoffen (Paraformaldehyd, Thymol, Chinosol und dergl.) erwies sich zwar als zweckentsprechend, birgt aber die Gefahr in sich, daß bei zu starker Schwängerung der Luft mit dem Desinfiziens eine Schädigung des Keimlings eintritt.

Wir trafen also zunächst folgende Versuchsanordnung: In ein zylindrisches Gefäß wurde ein Drahtnetz von der Größe des inneren Gefäßdurchmessers durch untergelegte Holzklötzchen einige Zentimeter über dem Gefäßboden gehalten. Holzklötzchen und Netz waren zum Schutze vor der im Gefäße herrschenden Luftfeuchtigkeit, die durch eingeschüttetes Wasser konstant gehalten wurde, mit einem Paraffinüberzug versehen. Auf das Netz wurde dann das angekeimte Saatgut gebracht und in das Gefäß ein Beutelchen mit Desinfektionsmitteln gehängt. Das Ganze wurde dicht verschlossen und unter einem Dunkelsturz der gewünschten Temperatur ausgesetzt.

Ein solches Verfahren läßt sich aber nur bei kleinen Samenproben anwenden, da eine reichliche Beschickung des Netzes mit Samen die Kontrolle erschwert und sich bei der dichten Lagerung die Bakterien, Pilze und Hefen besonders leicht vermehren.

Ein geeignetes Verfahren zur Vermeidung dieser Schäden fanden wir in einer ständigen Bewegung des Saatgutes. Die Anwendung einer Rotation, die zunächst aus anderen Gründen erfolgte, zeigte, daß durch sie die Ausbildung von Myzel und Kolonien ver-

hindert wurde. Wir bauten deshalb auf dem Prinzip der Bewegung der Samen die gesamte Methode der Wärmekeimstimmung auf.

2. Die Begrenzung des Längenwachstums des Keimlings während der Behandlung.

Damit durch Temperatur und Licht Einwirkungen auf einen Samen ausgeübt werden können, muß dieser aus dem Zustande des latenten Lebens in das eines aktiven Wachstums übergeführt werden. Das ist um so verständlicher, als vor der Entdeckung einer erfolgreichen Behandlung keimender Samen mit dem Ziele einer Keimstimmung durch Lyssenko diese Behandlungen an jungen Pflanzen, die sich also schon im Ablauf der Entwicklung befanden, vorgenommen wurden (vgl. v. Seelhorst, 32; Gassner, 6 Maximov, 19 u. a.). Die Voraussetzung des beginnenden Wachstums des Keimlings muß also unter allen Umständen erfüllt sein. Dieses Wachstum bei allen Samen gleichmäßig einzuleiten ist nun keineswegs schwer, es sei denn, daß ein Teil der Samen hartschalig ist. Eine weit größere Schwierigkeit bildet aber die Tatsache, daß angekeimte Samen ihr Wachstum solange fortsetzen, als das bei der Quellung zugegebene Wasser die Voraussetzung dafür bietet. Dieses Wachstum auf das notwendige Minimum zu beschränken, ist unerlässlich aus folgenden Gründen:

1. Dem Keimling steht aus dem Endosperm der Kotyledonen für seine erste Entwicklung nur eine ganz bestimmte Menge an Nährstoffen zur Verfügung. Diese sollen der jungen Pflanze die zu ihrem Leben nötigen Energien liefern bis zur Sicherstellung der eigenen Ernährung durch die Assimilation. Dieser Zeitpunkt wird durch die Behandlung um 10, 20 und mehr Tage verschoben, während der der Keimling von der Menge der Nährstoffe ständig verbraucht. Um nach Beendigung der Behandlung mit möglichst großer Sicherheit normale Pflanzen zu erhalten, ist die Beschränkung des Keimlingswachstums während der Keimstimmung auf ein geringes Maß zu erstreben, ohne es allerdings völlig zu unterbinden. Diese Wachstumseinschränkung wird um so dringlicher, bei je höheren Temperaturen die Keimstimmung erfolgen soll, weil dann der Verbrauch an Kohlehydraten, Eiweiß oder Fett durch die an sich gesteigerten Stoffumsetzungen erhöht wird. Ein über das notwendige Maß gefördertes Auswachsen des Keimlings würde also einen unnötigen Verlust an Reservestoffen bedeuten.

2. Aus rein technischen Gründen ist ein langer Keimling ebenfalls nicht erwünscht. Bei der ständigen Bewegung der Samen in den

rotierenden Apparaten besteht dann die Gefahr des Abbrechens des Keimwürzelchens, wenn auch diese durch die Zugabe von Füllstoffen (s. u.) gemildert wird.

3. Ein gekeimter Same mit langem Keimling ist schließlich wenig geeignet zu einer Aussaat.

Die Möglichkeit, das Wachstum des Keimlings einzuschränken, ist zu erreichen durch eine Begrenzung der Wasseraufnahme bei der Quellung des Samens. Die Wege, die hierzu gangbar sind, sind folgende:

1. Man bietet dem Samen eine bemessene Menge Wasser,
2. man bietet dem Samen eine reichliche Wassermenge, während einer bemessenen Zeit,
3. man überläßt dem Samen die richtige Wasseraufnahme aus einer seiner Art entsprechend äquilibrierten Salzlösung,
4. man bringt durch Zurücktrocknen des gequollenen Samens den Wassergehalt auf das erforderliche Maß.

Voraussetzung zur Benutzung einer dieser Möglichkeiten ist die erstmalige empirische Feststellung der Wassermenge, die bei jeder Samenart noch das geringste Wachstum des Keimlings während der Keimstimmung bedingt. Quellung des Samens ohne Wachstum genügt nicht. Eine Reihe solcher Werte sind aus dem Schrifttum bekannt, sie sind aus folgender Aufstellung zu ersehen.

Aufstellung 1.

Art	Menge des Wassers	Autor
Gerste	ca. 25 Gewichtsproz.	Rosanoff (25)
Roggen	30 "	Sprague (34)
Mais	30 "	Rosanoff (25)
Sommerweizen	30—35 "	Hlaváček (11)
Winterweizen	40—50 "	Rosanoff (25)
	35—40 "	Hlaváček (11)
	50—55 "	Rosanoff (25)
Agropyrum	50—100 "	} Selekcija Semenovodstvo(33) Epifanov (3)
Bromus	50—100 "	
Hirse	70 "	
Raps	} 50—60 "	Eig. Feststellung
Rübsen		
Senf		
Lupine	60 "	" "
Linse	60—70 "	Konowalof (12)
Wicke	70 "	Epifanov (3)
Soja	75 "	Rosanoff (25)

Bietet man nun also dem Samen die seiner Art zukommende Wassermenge, so läuft man, da sich das Wasser während der mehrere Stunden dauernden Quellzeit am Boden des Gefäßes sammelt, Gefahr, daß wenige Samen ein Übermaß von Feuchtigkeit aufnehmen, während andere, und das sind die oberen, zu wenig oder gar kein Wasser erhalten. Auch häufiges Schütteln und das Zerstäuben der Wassermenge in mehreren Gaben vermag dem nicht vollkommen abzuhelpen.

Läßt man dagegen die Samen das Quellwasser aus einer reichlichen Wassermenge aufnehmen, so muß man den Zeitpunkt wissen, zu dem die Quellung zu unterbrechen ist. Wie unsere Untersuchungen zeigten (vgl. Aufstellung 2), liegt dieser bei einzelnen Sojasorten ganz verschieden und wir haben Grund anzunehmen, daß es bei anderen Sämereien ebenso ist.

Aufstellung 2.

Eine Wasseraufnahme von 75 Gew.-Proz. war erreicht bei:

Stamm 13, Gießen	nach 3 Std. 35 Min.
Bonner gelbsamige Soja	" 3 " 55 "
Bitterhoffs früheste mittelh. gelbe . .	" 4 " 00 "
Hellgelbsamige Soja v. Dieckmann . .	" 4 " 30 "
Schwarzsamige " " " "	" 5 " 45 "
Brillmeyers Platter Goliath	" 4 " 00 "
" " SS 427	" 4 " 50 "
" " SS 1427	" 5 " 45 "
" " Gelbe Riesen	" 5 " 00 "
Dunfield 110 Tage	" 5 " 10 "
Otterbacher gelbe Riesen	" 5 " 20 "
Gelbe Soja von Heinze	" 6 " 15 "

Eine andere Maßnahme zur Einschränkung des Wachstums der Würzelchen wandte Bassarskaja (1, 2) an durch Einbringen der Samen in Salzlösungen, deren Molekularkonzentration diesen angepaßt war und aus denen die Samen Wasser aufnehmen bis zur Herstellung eines osmotischen Gleichgewichtes. Die Anwendung dieser Methode erfährt jedoch dadurch eine Einschränkung, daß sie nur zum Erfolg führt bei Samen, die mit semipermeablen Membranen ausgestattet sind. Sojabohnen besitzen sie nicht. Da die Lösungen in ihrer Zusammensetzung an jede Sorte von Samen angepaßt werden müssen, ist diese Methode erst nach einer eingehenden systematischen Durcharbeitung anwendbar.

Das Zurücktrocknen der gequollenen Samen auf einen bestimmten Feuchtigkeitsgehalt wurde auch vorgeschlagen (Sprague

34). Besondere Vorteile, die diese Behandlungsart auszeichnen könnten, sind nicht bekannt geworden. So kann man die Zeit des Zurücktrocknens sparen und läuft außerdem nicht Gefahr, durch Anwendung zu hoher Trockentemperaturen die Keimfähigkeit der Samen zu mindern.

Das Verfahren, das wir als das zweckmäßigste anwenden, ist das zeitlich derart begrenzte Einguellen der Samen in einem Überschuß von Wasser, daß die für ein begrenztes Wachstum festgestellte Wassermenge noch nicht ganz erreicht wird. Das fehlende Wasser bieten wir den Samen aus einem Füllstoff, der einerseits ein natürliches Wasserreservoir darstellt, zum anderen aber durch seine ständige Reibung bei der Bewegung an der Oberfläche der Samenschale ein Ansetzen von Pilzmyzel verhütet. Als solche Füllstoffe wandten wir an: Torfmull, Sägespäne, Kieselgur und ähnliche Stoffe. Besonders günstig als Wasserspender zeigten sich die organischen Stoffe. Die Wassermenge, die man dem Füllmaterial erstmalig zusetzt, richtet sich natürlich nach dessen eigenem Wassergehalt. Bei einem in einem gedeckten Raume abgelagerten Torfmull beträgt er etwa 30 %. Erhöht man ihn auf etwa insgesamt 90–100% des Trockengewichtes des Mulls, so bekommt man eine Feuchtigkeitsquelle, die den Ansprüchen der Samen genügt und deren Wassergehalt auch für fast die ganze Dauer der Behandlung ausreicht. Ist das nicht der Fall, so gibt man nach Bedarf kleinere Wassermengen zu, die vom Torfmull sofort aufgenommen und gleichmäßig an die keimenden Samen abgegeben werden. Zu große Feuchtigkeit kann durch Zufügung trockenen Materials vermindert werden und man hat so eine Möglichkeit, die Wasserzufuhr zum Samen und damit das Wachstum der Keimlinge innerhalb recht fein abstufbarer Grenzen zu regulieren.

Beschreibung der benutzten Apparaturen.

Die Konstruktion unserer Keimstimmungsapparate mußte, wie dargelegt, also folgenden Anforderungen genügen: Die angekeimten Samen sollten in ihnen bewegt und dabei Temperatur und Feuchtigkeit in den Behandlungsgefäßen in gewünschten Grenzen gehalten werden. Weiterhin mußte eine gewisse Durchlüftung der keimenden Samen auch während der Behandlung möglich und dazu die ganze Anlage verdunkelungsfähig sein.

Unter Verwendung der kleinen Beiztrommeln, wie sie z. B. die Firma Drescher, Halle/Saale, liefert, läßt sich ein Gerät mit

Beobachtungen Rasumovs¹⁾ geschlossen werden. Er beobachtete an Kurztagpflanzen kräftiges Wachstum und beschleunigte Entwicklung nach zusätzlicher Bestrahlung junger Pflanzen mit blauem Licht. Dieser Einfluß beruht offenbar auf einer durch Reizung bedingten Einwirkung auf den Entwicklungsablauf, da die blauen Strahlen auf die assimilatorische Leistung der Pflanze naturgemäß eine viel geringere Wirkung haben, als in gleicher Weise zusätzlich gebotenes weißes Licht.

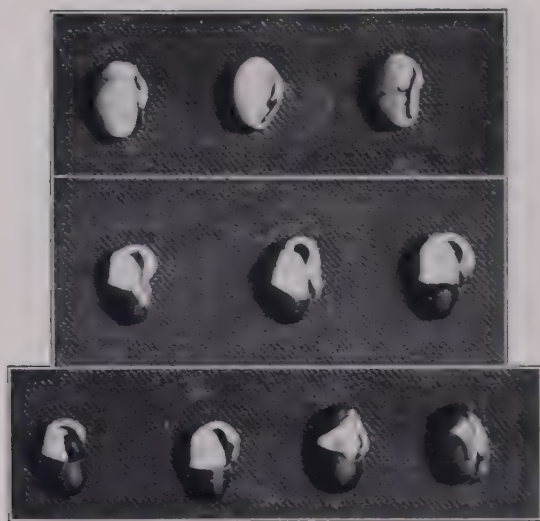


Abb. 2. Keimgestimmte Sojabohnen. Oben: Hellgelbe Soja von Dieckmann; mitte: Brillmeyers Platter schwarze SS 427; unten: Bonner schwarzsamige Soja.

Zur Untersuchung dieser Fragen wurde eine weitere Apparatur konstruiert, in der es möglich sein sollte, gleichzeitig mit der Temperaturbehandlung der Sämereien ihre Bestrahlung durchzuführen. Das Prinzip dieser Apparatur besteht darin, daß man die Samen auf einer Scheibe wandern läßt. Dadurch werden die Samen in breiter Schicht einer Bestrahlung zugänglich gemacht.

Die Einrichtung der Apparatur im einzelnen ist folgende: Eine Siebscheibe von etwa 1,20 m Durchmesser ist in 2 gegen-

¹⁾ Bull. Appl. Bot. 1933, 3. Serie; 3, 217—251.

einander versetzte Hälften geteilt, so daß auf der Scheibe 2 Stufen entstehen. Die Scheibe ist in ihrem Mittelpunkt drehbar befestigt und kann durch eine Nockenwelle, die an einem Mitnehmerstift der Scheibe angreifen kann und etwa 20 Umdrehungen in der Minute macht, aus ihrer Ruhelage gebracht werden. Nach Abgleiten der Nocke von dem Mitnehmerstift wird die Scheibe durch Zugfedern, die während der Bewegung gespannt worden waren, zurückgezogen. Diese Rückwärtsbewegung in die Ausgangslage wird durch Anschläge ruckartig angehalten, so daß eine Rollbewegung des Saatgutes auf der Scheibe die Folge ist. Die Siebscheibe ist in 3 Bahnen untergeteilt, so daß gleichzeitig mehrere Sorten der Behandlung unterzogen werden können.

Die Schwierigkeit einer erfolgreichen Behandlung in diesem Apparat besteht in der Erhaltung der zur Keimstimmung erforderlichen Bedingungen, d. h. von Wärme und Feuchtigkeit. Eine Temperaturkonstanz läßt sich leicht mit Hilfe eines Thermoregulators mit angeschlossenen Heizkörpern herstellen. Schwieriger ist es aber mit der Feuchtigkeit. Wir stellten also zunächst, auch mit Rücksicht auf die einzuhaltenden Temperaturen um die Bewegungseinrichtung einen geschlossenen Raum her, der durch einen kegelförmigen Weißblechmantel zweckmäßige Gestalt erhielt. Die notwendige Isolierung kann durch Auflegen einer Umkleidung etwa aus Wollstoff erreicht werden. Unter diesem Mantel wurden also die Heizkörper eingebaut, die Vorrichtung zur Temperaturreglung angebracht und weiterhin ein Gefäß, in dem durch einen Tauchsieder, der gleichzeitig durch den Temperaturregler geschaltet wird, verdampfendes Wasser die Luft mit Feuchtigkeit sättigt. Durch die hohe Luftfeuchtigkeit kann allerdings nur verhindert werden, daß die Samen ihre Eigenfeuchtigkeit durch Wasserabgabe zu schnell verlieren; Feuchtigkeit aus der umgebenden wassergesättigten Atmosphäre aufzunehmen, sind sie offenbar nicht in der Lage. So ist eine ständige Kontrolle auf genügend hohen Wassergehalt der Samen erforderlich und gegebenenfalls Wasser während der Dauer der Behandlung durch Aufstäuben zu ergänzen.

Zur Bestrahlung benützen wir das Licht hinreichend starker Osram-Nitra-Lampen, aus denen durch Schottsche Filter gewünschte Wellenbereiche ausgewählt werden. Wir führen in dem Apparat auch Bestrahlungen mit ultravioletterm Lichte durch, dessen Einwirkung auf keimende Samen unter verschiedenen Gesichtspunkten untersucht wird.

Der Aufbau des Apparates und seine Arbeitsweise ist aus dem Riß (Abb. 3) zu sehen.

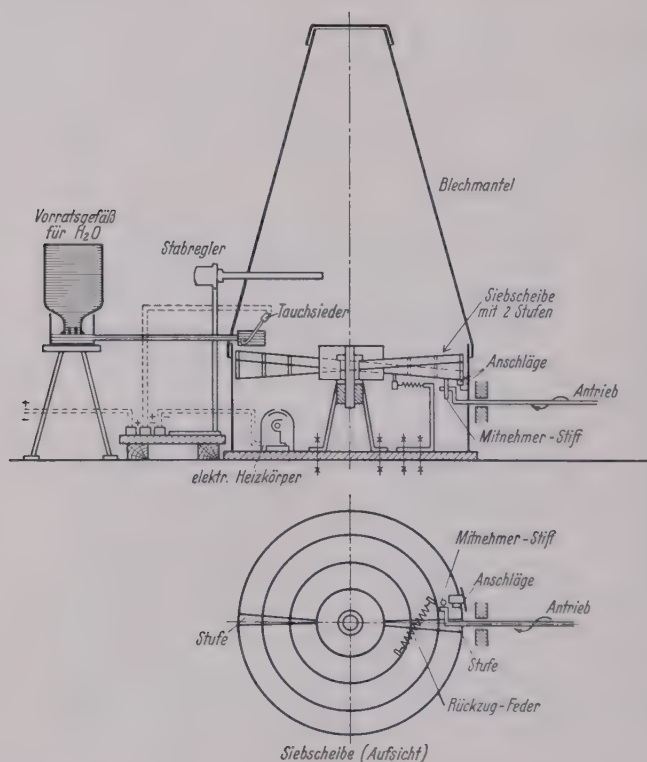


Abb. 3. Großer Keimstimmungsapparat für gleichzeitige Bestrahlung der Samen.

Über die in den beschriebenen Apparaten behandelten Samen verschiedener Kulturpflanzen und die an ihnen festgestellten Veränderungen des Vegetationsrhythmus seien einige Angaben gemacht.

Aufstellung 3

Keimstimmungen von Sojabohnen unter Bestrahlung mit filtriertem blauen Licht während der ganzen Dauer der Behandlung.

Sorte	Behandlung	Aussaat	Verkürzung bis zum Blühbeginn
Medium Yellow	16 Tage, 25°	10. V. 35	12 Tage = 17 %
Bitterhoffs früheste mittelhohe gelbe	11 " 25°	14. V. 35	12 " = 23 %

Aufstellung 4

Keimstimmungen von verschiedenen Kulturpflanzen in Trommeln bei vollkommener Dunkelheit während der ganzen Dauer der Behandlung.

Sorte bzw. Art	Behandlung	Aussaat	Verkürzung bis zum Blühbeginn
Brillmayers Platter schwarze SS 427	15 Tage, 25°	15. VII. 35	34 Tage = 41 %
" " " SS 1427	28 " 22°	22. VI. 35	16 " = 26 %
Sudangras	11 " 22°	25. VI. 35	8 " = 12 %

Aufstellung 5

Keimstimmungen verschiedener Kulturpflanzen an der rotierenden Achse in Flaschen bei vollkommener Dunkelheit während der ganzen Dauer der Behandlung.

Sorte bzw. Art	Behandlung	Aussaat	Verkürzung bis zum Blühbeginn
Bitterhoffs mittelfrühe schwarze	15 Tage, 25°	10. V. 35	15 Tage = 21 %
Soja	26 " 22°	26. V. 36	8 " = 14 %
Bitterhoffs früheste mittelhohe gelbe	12 " 25°	15. V. 35	7 " = 11 %
Soja	11 " 25°	14. V. 35	16 " = 31 %
Brillmeyers Platter schwarze SS 427			
Soja	26 " 22°	26. V. 36	14 " = 22 %
Hellgelbsamige Soja von Dieckmann	14 " 22°	14. V. 36	9 " = 18 %
Winzerberger roter Mais	10 " 23°	5. VI. 36	4 " = 5 %
" " " "	13 " 23°	8. VI. 36	15 " = 21 %
Döbelner Mais	10 " 23°	5. VI. 36	6 " = 7 %
Weißer Zuckermais	13 " 23°	8. VI. 36	7 " = 5 %
Sudangras	10 " 23°	2. VII. 36	4 " = 5 %
Russische Stangenbohne	14 " 23°	22. VI. 36	5 " = 10 %
Feuerbohne	14 " 21°	6. VI. 35	5 " = 15 %
Tatarischer Buchweizen	12 " 23°	2. VII. 36	6 " = 19 %
Gewöhnlicher Buchweizen	14 " 23°	22. VI. 36	6 " = 25 %
<i>Spergula max.</i>	14 " 23°	23. VI. 36	6 " = 30 %

Schrifttum.

1. Bassarskaja, M., Zur Frage der Verhinderung des Auswachsens beim Jarowisieren von Getreidesaatgut. Jarow.-Bull. 2/3, 1932, 87—104 (russ.).
2. —, Über Wachstumshemmung des Saatmaterials während der Jarowisation. Selekcija i Semen. Moskau 1935, H. 11, 37—40 (russ.).
3. Epifanov, I. S., Vernalization of forage crops in northern regions. Semenovodstvo 1935, 4, 16—18.

4. Garner, W. u. Allard, H. A., Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction of plants. Journ. of agr. Res. **18**, 1920, 553—606.
5. —, Further studies in photoperiodism, the response of the plant to relative length of day and night. Journ. of agr. Res., **23**, 1923, 871—920.
6. Gaßner, G., Beiträge zur physiologischen Charakteristik sommer- und winterannueller Gewächse, insbes. der Getreidepflanzen. Zeitschr. f. Bot. **10**, 1918, 417—430.
7. Klebs, G., Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Ein Beitrag zur Physiologie der Entwicklung. Jena 1901.
8. —, Alternations in the development and forms of plants as a result of environment. Proceedings of the Royal Soc. London, B. **82**, 1910, 547—558.
9. —, Fortpflanzung der Gewächse. Physiologie. Ersch. im Handwörterbuch d. Naturw. **4**, 1913, 276—296.
10. —, Über die Blütenbildung bei *Sempervivum*. Flora **111** **112**, 1915, 128 bis 151.
11. Hlaváček, J., Erfahrungen mit der Keimstimmung von Weizen und Roggen. Českosl. Zemědělek **17**, 1936, 402—403.
12. Konowalof, J., Über die Jarowisation der Linsen. Soc. Sernow. choseistwo. Saratow **4**, Nr. 1, 1934, 9 (russ.).
13. Lyssenko, T. D., Über die Regulierung der Vegetationszeit bei landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Jarow.-Bull. **1**, 1932, 5—13 (russ.).
14. —, Die Jarowisation landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Jarow.-Bull. **1**, 1932, 14—29 (russ.).
15. —, Zur Frage der Jarowisation von Mais, Hirse, Sudangras, Sorgho und Soja. Jarow.-Bull. **2/3**, 1932, 46—64 (russ.).
16. —, Die wichtigsten Resultate der Arbeiten über die Jarowisation landwirtschaftlicher Nutzpflanzen. Jarow.-Bull. **4**, 1932, 1—57 (russ.).
17. —, Do agricultural plants require photoperiodism? Odessa, Selek. Bull. Jarowiz. **2/2**, 1932, 16—34.
18. —, A study of the effect of thermic factors upon the duration of development stages of plants. Azerbaidjan plant breeding station. Bull. H. **3** (russ. mit engl. Zus.).
19. Maximow, N. A., Experimentelle Änderungen der Länge der Vegetationsperiode bei den Pflanzen. Biol. Zentr.-Bl. **49**, 1929, 513—543.
20. —, Die theoretische Bedeutung der Versommerung. Herb. Publ. ser. **16**, 1934, 1—14 (engl.).
21. — u. Pojarkova, A. I., Über die physiologische Natur der Unterschiede zwischen Sommer- und Wintergetreide. Jb. f. wiss. Bot. **64**, 1925, 702—730.
22. Rasumov, V. J., Über die photoperiodische Nachwirkung in Zusammenhang mit der Wirkung verschiedener Aussaattermine auf die Pflanzen. Planta **10**, 1930, 345—373.
23. —, Über die Lokalisierung der photoperiodischen Reizwirkung. Planta **23**, 1934, 383—414.
24. Reinke, J., Einleitung in die theoretische Biologie. Berlin 1901.
25. Rosanoff, M. A., Über die Jarowisation der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Landbouwkundig Tijdschrift **46**, 1934, 224—229.

26. Rudolf, W., Keimstimmung und Keimpflanzenstimmung in ihren Beziehungen zur Züchtung. Züchter 1935, H. 7, 193—199.
27. —, Keimstimmung und Ackerbau. Mitt. Landw. 50, 1935, 1071—1073.
28. —, Über den Begriff der Fröhreife bei Sommergetreide und Erbsen und über die lichtperiodische Rückwirkung von Weizen aus verschiedenen geographischen Breiten. Pflanzenbau 11, 1934, 209—219.
29. —, Untersuchungen über den Einfluß veränderter Tageslängen auf Sorten von Sojabohnen (*Soja hispida* Moench) und Buschbohnen (*Phaseolus vulg.*). Vorl. Mitteilung. Zeitschr. f. Züchtung 20, 251—267, 1935.
30. — u. Stelzner, G., Untersuchungen über lichtperiodische und Temperatureinwirkungen bei Sorten von Salat (*Lactuca sat.* var. *Capitata* L.) und die Möglichkeit ihrer Ausnutzung im Gemüsebau. Gartenbauwissenschaft 9, 1934, 142—153.
31. — u. Hartisch, J., Bedingungen des Entwicklungsverlaufes bei höheren Pflanzen mit besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Forschungsdienst 1, 1936, 39—47.
32. Seelhorst, K. v., Einfluß vorübergehender Temperaturerniedrigung auf die Entwicklung von Winterfrüchten, welche im Frühjahr gesät werden. Journ. f. Landw. 46, 1898, 50—51.
33. N. N., Vernalization of perennial grasses. Selekc. i Semenov. 4, 1936, 93.
34. Sprague, G. F., Versuche mit jarowisiertem Korn. Journ. of agr. Res. 48, 1934, 1113 (engl.).

[Aus dem Biologischen Institut der Fa. Dr. Madaus & Co. Radebeul/Dresden
(Direktor Dr. phil. et med. F. E. Koch).]

Untersuchungen über eine an *Cereus grandiflorus* Mill. beobachtete Gewebenekrose.

Von

Herbert Schindler.

Mit 2 Abbildungen.

An *Cereus grandiflorus*, die wir in großer Anzahl in Treibhäusern kultivieren, bemerkten wir im Herbst 1936 an jungen Trieben eigenartige braune Flecken, die mehrere Zentimeter lang und ca. 3 mm breit waren (Abb. 1). Da *Cereus grandiflorus* eine äußerst wertvolle Heilpflanze¹⁾ ist, wurden die erkrankten Stengel sofort untersucht; dabei ergab sich zunächst, daß die Gewebeschädigungen weder durch einen parasitischen Pilz, noch durch einen tierischen

¹⁾ *Cereus grandiflorus* gilt als hervorragendes Kreislaufmittel!

Eingriff entstanden sein konnten, sondern daß es sich hier um einen von bestimmten Außenfaktoren ausgelösten Gewebeerfall handeln mußte. Irgendwelche stoffwechselphysiologische Störungen, Mangelkrankheiten und dergl. schieden von vornherein bei der Beurteilung der genannten Schäden aus, weil diese Erscheinungen an den Pflanzen nur vereinzelt auftraten.



Abb. 1. *Cereus grandiflorus* Mill. mit braunen, unregelmäßig gestalteten nekrotischen Flecken.

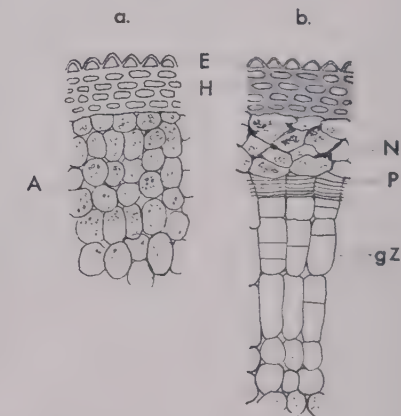


Abb. 2.

Querschnitte von *Cereus grandiflorus* Mill.

a) gesunde und b) nekrotische Pflanze.

A = Assimilationsparenchym. E = Epidermis.

H = Hypoderm. N = Nekrotisiertes Assimilationsparenchym. P = Periderm.

gz = gestreckte Zellen, z. T. mit

Querwänden.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte an Querschnitten durch die Pflanze folgenden anatomischen Befund:

Epidermis und Hypoderm sind gebräunt; die darunterliegenden Zellen des Assimilations-Parenchyms erscheinen deutlich nekrotisch, ihre Zellwände sind bräunlich verfärbt, die Chloroplasten zerstört und das Zytoplasma ist vollkommen desorganisiert. Das erkrankte Gewebe ist vom gesunden durch ein Periderm getrennt. Die nach innen an den Wundkork angrenzenden Zellen haben durch Infiltration von Stoffen aus den darüberliegenden abgestorbenen

Zellen¹⁾ eine auffallende Streckung und vereinzelt auch Teilung erfahren (Abb. 2); hier ist also eine gestaltende Wirkung des nekrotischen Gewebes auf die gesunden Nachbarzellen erkennbar. Nur in wenigen Fällen verursachen diese Streckungen ein Emporwölben der nekrotischen Zellkomplexe.

Bei allen Untersuchungen konnten stets nur Schädigungen des Assimilationsparenchyms festgestellt werden; da die Nekrosen niemals die Gefäßbündel erreichten, traten auch keine Wachstumsstörungen auf.

Neben diesen morphologischen Veränderungen erfolgen auch chemische Umsetzungen in den Membranen. Die mikrochemische Prüfung mit Chlorzinkjod bzw. Jod-Schwefelsäure ergab zunächst ein Ausbleiben der Zellulosereaktion, wodurch die normalen Zellwände (mit Ausnahme der Kutikula) bekanntlich blauviolett gefärbt werden; dafür werden jetzt alle Membranen des nekrotischen Gewebes durch Phlorogluzin-Salzsäure intensiv rotviolett, durch Mäules Reagenz karminrot und durch Anilinhydrochlorid goldgelb gefärbt, d. h. sie zeigen die sogen. „Ligninreaktionen“, die vielfach mit Wundgummi in gleicher Weise auftreten. Das Periderm reagiert teilweise auch mit Phlorogluzin-Salzsäure. Bei dieser Behandlung färben sich besonders harzig-schleimige Massen kräftig rot, die den Zellwänden dicht anliegen und offenbar den Zellmembranen entstammen. Intensiv (blauviolett) reagiert das Periderm auch mit Orcin-Salzsäure²⁾, das übrige nekrotische Gewebe wird jedoch nur ganz schwach gefärbt. Schließlich sei noch erwähnt, daß die lebenden Zellen des Gewebes durch Guajak-Lösung + H_2O_2 infolge der Anwesenheit von oxydatischen Fermenten stark blau gefärbt werden, während bei dem gesamten nekrotischen Gewebe diese Reaktion ausbleibt.

Von allgemeinem Interesse ist der Ausfall der oben erwähnten „Ligninreaktionen“. Ich habe schon früher (1931) betont, daß diesen Reaktionen der Charakter von Holzreaktionen abzusprechen ist; Teubner (1933) kommt auf Grund der Untersuchungen

¹⁾ „Nekrohormone“ im Sinne Haberlandts (1921). Jost (1935) zeigte aber, daß auch Salze und Säuren (1 % und 1 ‰ NaCl, $\frac{1}{1000}$ n CH_3COOH u. a.) Zellstreckungen und Teilungen verursachen. Bei Versuchen, die G. Madaus in unserem Institut anregte, fanden wir ebenfalls NaCl, ferner $MgSO_4$ und $MnSO_4$ stark teilungsauslösend, $CaCl_2$ dagegen völlig wirkungslos (sämtl. in 1 % igen Lösungen; Versuchsobjekt: Kohlrabiknolle).

²⁾ Diese Reaktion des Periderms konnte bei anderen Objekten nicht beobachtet werden. Vielleicht tritt sie nur bei den Kaktéen auf.

pathologischer Prozesse, insbesondere der Wundheilung, zu dem gleichen Ergebnis. Durch die Arbeiten von Hilpert und Littmann (1934) ist bekannt geworden, daß verschiedene Zucker bei Behandlung mit Säuren ligninartige Produkte liefern, die nach Friesen (1935) mit Phlorogluzin-Salzsäure starke Rotfärbung ergeben und somit Lignine vortäuschen können. Verlieren demnach diese Reagenzien ihren Wert als Holzstoff-Indikatoren, so leisten sie für die normale und pathologische Pflanzenanatomie als topographische Reaktionen weiterhin wichtige Dienste.

Über die Ursachen der geschilderten Schäden konnten bisher noch keine befriedigenden Erklärungen gefunden werden. Alle in Betracht gezogenen Momente (Tropfenfall, Brennglaswirkung einzelner Wassertropfen, Überhitzung bzw. Abkühlung in der Nähe der Glaswand und dergl.) scheinen nicht in Frage zu kommen. Möglicherweise kann bei raschem Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswechsel die Reizschwelle der Gewebe bei empfindlichen, jungen Pflanzenteilen erreicht werden. Störungen der Transpiration wären durchaus denkbar, da junge Organe der Cactaceen bekanntlich bedeutend mehr Stomata besitzen als ältere Pflanzenteile (Caspari 1883) und das Hypoderm, das im Vergleich zu anderen Gattungen dieser Familien verhältnismäßig schwach ausgebildet ist, im jugendlichen Zustande wahrscheinlich nur einen geringen Verdunstungsschutz darstellt.

Gewebeschädigungen nichtparasitärer Art wurden bei manchen Freilandpflanzen vielfach nach Regenwetter bei hoher Wassersättigung beobachtet (Huber 1935). An Gewächshauspflanzen sahen wir bei *Acalypha indica* L., *A. hispida* Burm. und *Pearsea gratissima* Gaertn. an schwülen Tagen Aufplatzen der Epidermiszellen und Hervorquellen des Zellinhaltes, worüber in einer späteren Mitteilung berichtet werden soll.

Schriftenverzeichnis.

1. Caspari, H., Zeitschr. f. Naturw. 1883, **56**, 30—80.
2. Friesen, G., Ber. bot. Ges. 1935, **53**, 186—196.
3. Haberlandt, G., Beitr. z. allg. Bot. 1921, **2**, 1—53.
4. Hilpert, S. u. Littmann, E., Ber. Chem. Ges. 1934, **67**, 1551—1556.
5. Huber, B., Der Wärmehaushalt der Pflanzen. Münster 1935.
6. Jost, L., Ber. bot. Ges. 1935, **53**, 733—750.
7. Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1923.
8. Molisch, H., Mikrochemie der Pflanze. Jena 1923.
9. Schindler, H., Zeitschr. f. wiss. Mikr. u. mikrosk. Technik 1931, **48**, 289—319.
10. Teubner, W., Diss. Dresden 1933.
11. Wartenberg, H., In Sorauers Handb. d. Pflanzenkrankheiten 1933, I, Bd. 1, 473—592.

Kleine Mitteilung.

In der Geschäftssitzung der Vereinigung für angewandte Botanik, die am 7. Juli d. J. in Darmstadt stattgefunden hat (eingehender Bericht folgt), bat Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Appel, ihn aus Gesundheitsrücksichten von dem Amt des 1. Vorsitzenden zu entbinden. Seinem Vorschlage entsprechend wurde der Direktor der Biologischen Reichsanstalt, Dr. Riehm, bis zum nächstjährigen Ablauf der Wahlperiode zum 1. Vorsitzenden gewählt. Der neue Vorsitzende dankte Herrn Geheimrat Appel für die langjährige Amtsführung und schlug seine Ernennung zum Ehrenpräsidenten vor. Dieser Vorschlag wurde einstimmig mit großem Beifall angenommen.

Besprechungen aus der Literatur.

Braun, H. Pflanzenhygiene. 123. Band der Thaerbibliothek. Verlag P. Parey, Berlin 1937; 98 Seiten, Preis geb. RM 4,—.

Der vom Verf. vorgelegte neue Band aus der bekannten Thaerbibliothek behandelt zum erstenmal in geschlossener Darstellung alle die Maßnahmen, die sich aus der Idee eines prophylaktischen Pflanzenschutzes herleiten. Und wenn Gäumann vor nicht langer Zeit zu dem gleichen Thema gesprochen und vom Verf. im neuen Band des Sorauer die gleichen Gedankengänge entwickelt wurden, so ist das mehr als nur ein Zufall. Pflanzenhygiene ist Pflanzentherapie als Gruppenmedizin mit vornehmlich vorbeugender Behandlungsweise. Die Aufgaben einer modernen Pflanzenhygiene sieht Verf. vornehmlich in drei Arten von Maßnahmen: 1. Allgemeine Kulturmaßnahmen; 2. Entseuchungsmaßnahmen; 3. Absperrmaßnahmen. Die Standortsberücksichtigung soll sich in der Auswahl von Kulturpflanzen an ihr ökologisches Optimum ausprägen; eine Mahnung, die z. B. bei der Bekämpfung des Kartoffelabbaues von den Vertretern der sog. ökologischen Abbauthorie schon lange erhoben wird. Die einzelnen Standortsfaktoren wie Klima, Boden und belebte Natur können auf lange Sicht den Bedürfnissen der anzubauenden Kulturpflanzen angepaßt werden, wobei sich natürlich beim Boden die größten Möglichkeiten ergeben (Bodenverbesserung). Die Pflanze als unmittelbarer Gegenstand hygienischer Kulturmaßnahmen ist wohl mit der interessantesten, aber auch schwierigsten Beitrag zu dem Gesamtproblem. Jedenfalls geben Fruchtwechsel, Sortenwahl und Standweite dem Landwirt und Bauern ausreichende Möglichkeit, Schäden aus seinem Pflanzenbestand fernzuhalten oder doch zum mindesten stark einzuschränken. Die Desinfektionsmöglichkeiten betreffen sowohl Boden- als auch Saatgutentseuchung. Auf internationales Recht und Gebiet greift das letzte Kapitel, in dem die Pflanzenquarantäne abgehandelt wird, über.

Wie wichtig und ernst diese Probleme von allen Kulturstaaten genommen werden, beweisen die schon bestehenden internationalen Abmachungen über Grenzschutzmaßnahmen beim Ausbrechen von gefährlichen Krankheiten und die Vorschriften über die Sperrmaßnahmen von Pflanzenseuchengebieten (Kartoffelkäfer).

Verf. will mit seiner Arbeit die Grundgedanken der Pflanzenhygiene ebenso zum Allgemeingut werden lassen, wie das in der Veterinär- und Humanmedizin schon lange der Fall ist. Deshalb ist dem klar und einleuchtend geschriebenen Werk eine weite Verbreitung in den Kreisen, die es angeht, zu wünschen. Kausche, Berlin-Dahlem.

Limbach, R. und Boshart, K. Der Anbau von Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen. Reichsnährstand Verlags-Ges. m. b. H. Berlin, 117 S., 68 Abb. 1937. Preis RM 3,—.

Das vorliegende Buch ist herausgegeben von Dr. Limbach, dem Reichssachbearbeiter für Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen im Reichsnährstand und dem Vorkämpfer für den einheimischen Arzneipflanzenbau Regierungsrat Boshart in München. Daß ein Werk, das von den beiden berufensten Vertretern auf diesem Gebiet herausgebracht wurde, Vortreffliches bietet, ist eine Selbstverständlichkeit. Es sei an dieser Stelle aber betont, das mit diesem Buch einem sehr großen Mangel abgeholfen wurde. Seit der nationalen Erhebung ist in der Tages- und zum Teil auch in der Fachpresse eine Flut von Veröffentlichungen über den Heilpflanzenanbau erschienen, die häufig von großer Unkenntnis zeugten. Demgegenüber fehlte es fast völlig an brauchbaren Anweisungen für den Anfänger, wenn man von den 12 Flugblättern des Reichsnährstandes absehen will. Diese Lücke füllt das Werk von Limbach-Boshart in hervorragender Weise aus.

Fußend auf genauen statistischen Unterlagen wird zunächst auf die volkswirtschaftliche Seite des Arzneipflanzenanbaues eingegangen. (Im Jahre 1936 betrug der Ertragswert der angebauten Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen etwa 4 Millionen RM.) Dann folgt ein für den Anfänger besonders wichtiger Hinweis auf die bestehenden Organisationen. In einem allgemeinen Teil werden sodann die allgemeinen Richtlinien für den Anbau aufgezeichnet wie Boden- und Klimaverhältnisse, Düngung, Pflege und Erntemaßnahmen. Besonders anschaulich ist die Aufbereitung und Trocknung behandelt, da gerade hierbei der Güte der Drogen viel Albruch getan werden kann. Sehr wichtig sind aber auch die Angaben über Absatzverhältnisse, Preise und Wirtschaftlichkeit.

Der besondere Teil bringt Anbauanleitungen für die wichtigsten Heilpflanzen, die sich bei uns als anbaufähig erwiesen haben, und zwar werden 13 Wurzeldrogen, 19 Kraut- und Blattdrogen, 6 Blütendrogen, 9 Körnerdrogen und 10 Giftdrogen behandelt. Einen ganz besonderen Wert erhält der letzte Teil durch die vorzüglichen Abbildungen, die vor allen Dingen bei den Wurzeldrogen die einzelnen Teile des Anbaues sehr anschaulich wiedergeben.

Esdorn, Hamburg.

Peters, G. Chemie und Toxikologie der Schädlingsbekämpfung. (Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge Heft 31). 120 S. mit 22 Abb., Ferdinand Enke, Stuttgart 1936. Geh. 9,20 RM.

„Wirkliche Fortschritte hat die Schädlingsbekämpfung in den letzten zwei Jahrzehnten nur dort gemacht, wo systematisch technische, chemische und biologische Erkenntnisse zusammenwirken konnten. . . . Voraussetzung für eine erfolgreiche Betätigung in der chemischen Schädlingsbekämpfung ist nicht nur reines Fachwissen, sondern auch genügende Kenntnis der jeweils in Frage kommenden Nachbarggebiete.“ Diese Auffassung, der rückhaltlos zugestimmt werden muß, hat den Verf. zu der vorliegenden Arbeit veranlaßt. Sie will sich vornehmlich mit der Theorie der chemischen Schädlingsbekämpfung befassen und Richtlinien, Beispiele und Betrachtungen spezieller Art nur berücksichtigen, wenn sie der Erklärung allgemein gültiger Gedankengänge dienen und von generellem Interesse sind. Man kann dem Verf. gern bestätigen, daß sein erster Versuch einer einheitlichen Bearbeitung des bisher auf diesem Gebiet vorliegenden Materials in ausgezeichnete Weise gelungen ist.

Mag er selbst seinen Überblick auch als lückenhaft empfinden, so hat er es doch verstanden, alle einschlägigen Fragen in glücklichster Weise zusammenzustellen und in sehr anschaulicher Darstellung zu behandeln. Wer sich in die Richtlinien für die Prüfung und Beurteilung chemischer Schädlingsbekämpfungsmittel, in die Charakteristik der Giftwirkungen, in die verschiedenen Arten der primären Giftwirkungen, in die vergleichende Bewertung der Giftigkeit, in die Begünstigung und Steigerung der Giftwirkung durch Kombination, in die apparativen Mittel der Untersuchungs- und Prüfungsmethoden einen ersten Einblick verschaffen oder sich einen Überblick über die wichtigsten Schädlinge und zur Schädlingsbekämpfung verwendbaren chemischen Mittel verschaffen will, wird großen Nutzen aus dieser Schrift ziehen. Braun, Berlin-Dahlem.

Scheffer, Fritz. Agrikulturchemie. Teil a: Boden, mit 8 Abb. und 28 Tabellen. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Herausgegeben von Prof. Dr. R. Pummerer, Erlangen. Neue Folge, Heft 35, Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart 1937. Preis geh. RM 6,80.

In gedrängter Kürze, die allen unnötigen Ballast vermeidet, behandelt der Verf. in 3 Abschnitten das Gebiet der Bodenkunde kurz und in übersichtlicher Form nach dem neuesten Stand der Forschung. Der 1. Teil ist der Entstehung und dem Aufbau des Bodens (gewissermaßen der Anatomie und Morphologie der obersten Verwitterungsdecke der Erdrinde) gewidmet. Der 2. Teil behandelt die Faktoren der Bodenfruchtbarkeit (Physiologie des Bodens) und der 3. Teil umfaßt die Systematik, die Bodentypenlehre.

Da die immerhin noch junge Wissenschaft der Lehre vom Boden oder die Bodenkunde umfangreiche Einzelkenntnisse in Disziplinen voraussetzt, die ihrerseits wesentlichen Anteil an der Entwicklung der Bodenkunde haben, wie die Geologie, Mineralogie und Gesteinskunde, Chemie, Physik und Kolloidchemie, Botanik, die Bakteriologie, Landwirtschaftswissenschaft und Meteorologie, so ist es für jeden Vertreter der Nachbarfächer ein Bedürfnis, sich den nötigen Überblick über die die Entwicklung der Bodenkunde bedingenden Disziplinen zu verschaffen.

Das Heft von Scheffer bietet in Bearbeitung und Tabellenausstattung allen genannten Benutzern, die meistens selten die Zeit zum Studium von Spezialwerken haben, die Gewähr einer schnellen und gründlichen Unterrichtung über die behandelten Spezialfragen, sowie den nötigen Überblick über die gangbarste Spezialliteratur. Das vorliegende Heft stellt in der Behandlung des Bodens lediglich den Anfang einer Serie von weiteren Schriften dar, die in kurzer und übersichtlicher Form das Gesamtgebiet der Agrikulturchemie umfassen werden. Im Laufe des Jahres 1937 werden in Vervollständigung der Sammlung folgende Hefte erscheinen:

Heft 35, Teil b: Pflanzenernährung, Teil c: Düngemittel und Düngung, Teil d: Mikrobiologie des Bodens und Teil e: Pflanzenzucht.

Ehrke, Berlin-Dahlem.

The plant diseases of Great Britain. A bibliography. Compiled and annotated by G. C. Ainsworth, B. Sc., Ph. D. London 1937. 12, 273 S. Preis 15 sh.

Ein Nachschlagebuch, worin die Pflanzenkrankheiten Großbritanniens nach den Kulturpflanzen angeordnet aufgezählt sind. Jede Krankheit ist mit einer oder wenigen, in Ausnahmefällen mit zahlreichen

Angaben der grundlegenden Literatur versehen, die sachkundig ausgewählt und meist noch durch kurze Erläuterungen ergänzt sind. Naturgemäß sind fast nur englische Arbeiten zitiert, aber auch ausländische sind in geeigneten Fällen berücksichtigt.

Das Buch gibt die Möglichkeit, sich über eine Krankheit ohne den Ballast der umfangreichen Literaturverzeichnisse zu unterrichten. Dadurch wird es auch für andere Länder wertvoll, in denen zudem noch die Aufführung der englischen Vulgarnamen sehr erwünscht sein kann. Es hat bisher kein Gegenstück in der Literatur, da nur einige amerikanische Handbücher bis zu einem gewissen Grad Ähnliches leisten. Mit Recht äußert daher E. J. Butler im Vorwort den Wunsch, daß es anderwärts Nachahmung finden möge. In der Tat kann kein Land mehr ohne die Kenntnis der Krankheiten und ihrer Bedeutung in anderen Ländern auskommen und daher ist eine solche handliche Zusammenfassung wirklich für alle verdienstvoll.

Morstatt, Berlin-Dahlem.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

Czaja, Dr. A. Th., Professor, Botanisches Institut der Technischen Hochschule Aachen. (Durch Snell.)

Froelich, Hansi, Edenkoben, Edesheimer Str. 42. (Durch Appel.)

Fuchs, Dr., Halle (Saale), Ludwig-Wucherer-Str. 2. (Durch Appel.)

Herbst, Dr. Walter, Oberassistent, Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, Geisenheim a. Rh. (Durch Snell.)

Kaiser, Dr. Walter, Leiter der Außenstelle für Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung in Groß-Gerau Hessen. (Durch Braun.)

Neumann, Dr., Pflanzenschutzamt in Lübeck. (Durch Appel.)

Steyer, Frau Dr., Leiterin des Pflanzenschutzamtes in Lübeck. (Durch Appel.)

Wettstein, Prof. Dr. Fritz von, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie, Berlin-Dahlem, Boltzmannstr. 2. (Durch Appel.)

Zycha, Dr. Herbert, Botanisches Institut der Forstl. Hochschule in Hann.-Münden. (Durch Appel.)

Berichtigung: Huber (statt Rubner), Richard, Berlin-Wilmersdorf, Badensche Str. 41. (Durch Braun.)

Adressenänderungen.

Brehmer, Dr. W. von, Regierungsrat, Nürnberg, Tuchergartenstr. 6.
Brucker, K. W., Kreislandwirtschaftsrat für Obst-, Garten- und Weinbau, Heidelberg-Kirchheim, Henauer Weg.

Hülßenberg, Dr. H., Pflanzenschutzamt Gießen.

Krumbholz, Dr. G., Karlsruhe-Mühlburg, Ehener Str. 7.

Springenguth, Dr. Walter, Direktor des Instituto Profissional Agricola Dr. Fritz Müller in Rio Morto-Indayal bei Blumenau im Staate Sta. Catharina, Brasilien.

Staudermann, Dr. W., Frankfurt a. M.-Höchst, Mainberg 13.

Bericht über die 33. Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik vom 5. bis 8. Juli 1937 in Darmstadt.

Die Tagung fand wiederum gemeinsam mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik statt. Ort und Zeit waren insofern besonders günstig, als in den vorhergehenden Tagen der Deutsche Forschungsdienst eine Versammlung in Frankfurt a. M. abgehalten hatte. Zur Begrüßung hatte sich eine große Zahl der Teilnehmer bereits am Montag, dem 5. Juli auf der Terrasse des Saalbaues in Darmstadt eingefunden.

Am Dienstag, dem 6. wurde die Tagung in einer gemeinsamen Sitzung der drei botanischen Gesellschaften um 9 Uhr durch den Präsidenten der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Prof. Dr. Stocker, eröffnet. In seiner Ansprache begrüßte er u. a. auch die anwesenden Mitglieder aus dem Ausland, „die es sich trotz aller Währungs- und Devisenschwierigkeiten nicht hatten nehmen lassen, ihrer Verbundenheit mit der deutschen Wissenschaft einen so sichtbaren und schönen Ausdruck zu geben“. Er betonte den familären Zusammenhang unter den Botanikern bei den jährlichen Zusammenkünften und die dadurch gegebene Möglichkeit, alte Bekanntschaften zu erneuern und neue anzuknüpfen. Das Mainzer Becken, an dessen Rand Darmstadt liegt, habe für den Botaniker dadurch ein ganz besonderes Interesse, daß „geographische Lage und Eigenart des Bodens und Klimas zahlreichen Fremdlingen, teils aus den Steppen Osteuropas, teils aus den warmen Ländern des Mittelmeergebietes, teils aus dem mildfeuchten atlantischen Westen, die Einwanderung erlaubt habe“. Diese Flora habe schon im Mittelalter das Mainzer Becken zu einem Entwicklungszentrum deutscher botanischer Wissenschaft gemacht. In einem Kloster, nicht weit von Geisenheim, lebte die heilige Hildegard, die um 1155 über Heilpflanzen schrieb. In diesem Gebiet sammelte auch der Pfälzer Hieronymus Bock, einer der „Väter der deutschen

Botanik“ das Material für sein 1539 erschienenes „New Kreuterbuch vom Unterscheidt. Wirkung und Namen der Kreuter, so in teutschen Landen wachsen“. Das naturwissenschaftliche Interesse der hessischen Landgrafen, von denen Georg I. bereits 1591 im Herrengarten in Darmstadt Kartoffeln unter dem Namen „Tara-thopholi“ oder „Erdnüsse“ anpflanzen ließ, führte im Jahre 1814 zur Anlage eines Botanischen Gartens. Als erster Professor der Botanik an der im Jahre 1837 gegründeten Technischen Hochschule ist Georg Schnittspahn zu nennen. Sein Nachfolger wurde 1869 Leopold Dippel, bekannt als Mikroskopiker, Pflanzenanatom und Dendrologe. Unter Dippels Leitung erfolgte 1874 die Verlegung des Botanischen Gartens an den jetzt eingenommenen Platz. Auf Dippel folgte 1896 Heinrich Schenk, der Mitbegründer und langjährige Mitarbeiter, des „Viermännerlehrbuches“ der Botanik, der Erforscher der Biologie der Wassergewächse, der Biologie und Anatomie der Lianen und Mitherausgeber der Vegetationsbilder. Nach dem Tode Schenks im Jahre 1927 ging die Leitung des Gartens nacheinander auf die Professoren Oehlkers, Huber und 1934 auf Stocker über.

Nach dem Präsidenten begrüßten als Vertreter des Herrn Reichsstatthalters in Hessen Oberschulrat Dr. Leip. als Vertreter des Herrn Oberbürgermeisters der Stadt Darmstadt Dr. Fink und als Vertreter seiner Magnifizenz des Herrn Rektors der Technischen Hochschule Prof. Dr. Schöpf die Versammlung. Letzterer sprach in geistreicher Weise über die Beziehungen der Technik zur Botanik.

Die nun folgenden vier wissenschaftlichen Vorträge waren auf das Thema „Baum und Wald“ eingestellt. Entscheidend für seine Behandlung auf der Eröffnungssitzung war, wie vom Präsidenten betont wurde, die gewaltige Bedeutung, die Baum und Wald im Rahmen des Vierjahresplanes zur Gewinnung der deutschen Wirtschaftsfreiheit haben. Die großen Aufgaben, die dadurch der Wissenschaft gestellt sind, können nur durch enges Zusammenarbeiten von Botanik, Chemie, Forstwirtschaft und Technik gelöst werden. Die Technische Hochschule Darmstadt pflegt daher in besonderem Maße die Zellulosechemie, Papierfabrikation und Gerbereichemie. In den Vorträgen wurden folgende Teilabschnitte behandelt:

Br. Huber, Tharandt: Methoden, Ergebnisse und Probleme der neueren Baumphysiologie,

F. Markgraf, Berlin-Dahlem: Die pflanzengeographische Stellung der deutschen Waldgebiete, nachgewiesen an ihrem Grenzverhalten in Südeuropa,

E. Münch, München: Standortsrassen der Waldbäume,

G. Funk, Gießen: Über Auftreten und Variabilität von Buntblättrigkeit bei Laubbäumen des deutschen Waldes.

Nachmittags um 15 Uhr fand die Mitgliederversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft statt und anschließend eine wissenschaftliche Sitzung mit Vorträgen über ökologische Fragen. Abends versammelten sich die Teilnehmer mit ihren Damen zu geselligem Beisammensein in der Otto Berndt-Halle der Technischen Hochschule und erfreuten sich beim Glase hessischen Domänenweines an den Aufführungen von Szenen aus dem „Datterich“, einem hessischen Volksstück, die von der Stadt Darmstadt veranstaltet worden waren.

Die Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik fand am Mittwoch, dem 7. Juli im Hörsaal 147 der Technischen Hochschule statt. Es hatten sich die folgenden Mitglieder eingefunden:

Appel, Berlin	Küthe, Heppenheim
Blunck, Bonn	Laibach, Frankfurt a. M.
Bode, Bonn	Lindenbein, Bonn
Boas, München	Maier, Geisenheim
Bonrath, Leverkusen	Münch, München
Böning und Frau, München	Rabanus, Uerdingen
Braun, Berlin	v. Rathlef, Sangerhausen
Crüger, Königsberg	Regel, Kowno (Kaunas)
Diels, Berlin	Riehm, Berlin
Fischnich, Frankfurt a. M.	Rothe, Stade
Froelich, Edenkoben	Sartorius, Mussbach
Funk und Frau, Gießen	Scheibe, Gießen
Gäumann, Zürich	Snell und Frau, Berlin
Gaßner, Frankfurt a. M.	Stapp, Berlin
Herbst, Geisenheim	Staudermann, Frankfurt a. M.
Huber, Tharandt	Stolze, Oldenburg
Jahn, Hann.-Münden	Tiegs, Berlin
Koenig, Forchheim	Tobler, Dresden
Kolkwitz, Berlin	Voss, Berlin
Koernicke, Bonn	Werneck, Linz
Kotte, Durlach	Zycha, Hann.-Münden

Der Vorsitzende, Geheimrat Appel, eröffnete die Sitzung um 8³⁰ Uhr und begrüßte die Anwesenden. Er bedauerte, daß Herr Ministerialrat Schuster, der sein Erscheinen als Vertreter des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zugesagt hatte, durch dringliche Dienstgeschäfte am Kommen verhindert war.

Er gedachte dann der seit unserer letzten Tagung verstorbenen Mitglieder:

Prof. Dr. Weisse, Berlin-Steglitz, † 25. 12. 1936

Dr. Ziegler, Würzburg, † im März 1937.

Zu Ehren der Verstorbenen erhoben sich die Anwesenden von den Sitzen.

Der Schatzmeister, Prof. Dr. Braun, machte sodann die erfreuliche Mitteilung, daß die Mitgliederbewegung im vergangenen Jahre zum ersten Male wieder eine aufsteigende Richtung zeigte. Der Bestand belief sich am 31. 12. 1936 auf 438 Mitglieder. Im Anschluß daran legte er dann folgenden Kassenbericht vor:

Rechnungsablage 1936.

Bestand am 31. 12. 1935 1126,25 RM

Einnahmen:

Mitgliedsbeiträge	5569,69 RM	
Zinsen	<u>579,67 RM</u>	7275,61 RM

Ausgaben:

Gebrüder Borntraeger	5583,65 RM	
Verwaltungsunkosten	609,31 RM	
Portoausgaben	119,36 RM	
500,— RM 4½ % 1936 er Dt.		
Reichsbahn-Schatzanweisungen		
J/J zu 98½ %	<u>493,64 RM</u>	6805,96 RM

Bestand:

Dresdner Bank	430,50 RM	
Sparkasse des Kreises Teltow	<u>39,15 RM</u>	469,65 RM

Geprüft und für richtig befunden:

Berlin-Dahlem, den 30. Juni 1937.

Die Kassenprüfer:

gez. Dr. Höstermann

gez. Dr. Otto Schlumberger

Der Schatzmeister:

gez. Dr. Braun

Zu dem in Ausgabe gestellten Posten von 493,64 RM für 500,— RM Deutsche Reichsbahn-Schatzanweisungen bemerkte der Schatzmeister, daß damit das Ziel, das er sich bei der Übernahme der Kassengeschäfte vor 9 Jahren gesteckt habe, erreicht sei, der Vereinigung einen Vermögensbestand von RM 10000,— zu schaffen. Ein solcher sei ihm nötig erschienen, einerseits um alle Verwaltungskosten aus Kapitalzinsen decken zu können und nicht die Mitglieder damit zu belasten, andererseits um der Vereinigung eine finanzielle Sicherung zu schaffen, die ihr jederzeit auch die Überbrückung unvorhergesehener Schwierigkeiten ermögliche. Nunmehr erübrige sich die Ansammlung weiterer Reserven, und alle einkommenden Mittel könnten für die Förderung der Aufgaben der Vereinigung, namentlich für den weiteren Ausbau der Zeitschrift, verwandt werden. Der Vermögensbestand setzt sich gegenwärtig, wie folgt, zusammen:

6000,— RM $8\frac{1}{2}\%$ 24. Prenß. Zentral-Stadtschaft Goldpfb.
 1500,— RM 4% Schuldverschreibg. d. Umsch.-Verb. Dt. Gemeinden
 1500,— RM $4\frac{1}{2}\%$ 1935 Dt. Reichsschatzanweisungen
 500,— RM $4\frac{1}{2}\%$ 1937 II. auslosb. Dt. Reichsschatzanweisungen
 500,— RM $4\frac{1}{2}\%$ 1936 Dt. Reichsbahn-Schatzanweisungen.

Weiter berichtete der Schatzmeister über Zahlung eines Beitrages von RM 50,— an das Zentralbureau für Schimmelpkulturen in Baarn und bat um nachträgliche Genehmigung. Zu der von Frau Prof. Dr. Westerdijk geäußerten Bitte um Übernahme einer jährlichen Beitragszahlung in gleicher Höhe machte er den Vorschlag, die Entscheidung hierüber jeweils dem Schatzmeister auf Grund des Kassenbestandes zu überlassen. Die Ausführungen des Schatzmeisters fanden in allen Punkten die Billigung der Mitgliederversammlung.

Dem Schatzmeister und dem Vorstande wurde darauf Entlastung erteilt.

Da für den Ort der nächstjährigen Tagung noch keine Vorschläge gemacht worden sind, wird der Vorstand beauftragt, den nächstjährigen Tagungsort im Einvernehmen mit der Deutschen Botanischen Gesellschaft in Norddeutschland zu wählen.

Sodann wies der 1. Schriftführer, Oberregierungsrat Snell, auf die Feier des 70. Geburtstages von Geheimrat Appel hin, über die bereits in unserer Zeitschrift „Angewandte Botanik“ berichtet worden ist (Bd. XIX, Nr. 3, S. 427/28).

Geheimrat Appel dankte noch einmal herzlichst für die ihm überreichte Adresse und das Appel-Heft 2 (Bd. XIX.). Er bat aber dann, ihn mit Rücksicht auf sein Alter und seinen Gesundheitszustand von den Geschäften des Vorsitzenden zu entbinden und empfahl, den Direktor der Biologischen Reichsanstalt, Dr. Riehm, zum Nachfolger zu wählen. Die Versammlung stimmte diesem Vorschlag einstimmig zu.

Der neue Vorsitzende dankte Herrn Geheimrat Appel für seine langjährigen Verdienste um die Vereinigung für angewandte Botanik und schlug der Versammlung vor, ihn zum Ehrenpräsidenten zu ernennen. Diesem Vorschlag wurde einstimmig und mit großem Beifall zugestimmt.

Schluß der geschäftlichen Sitzung um 9 Uhr.

In der anschließenden wissenschaftlichen Sitzung wurden die folgenden Vorträge gehalten, deren Inhalt aus den in diesem und im nächsten Heft veröffentlichten Kurzberichten zu ersehen ist:

- 9 Uhr bis 9³⁵ Uhr: W. Kotte, Augustenberg: die volkswirtschaftlichen Aufgaben der Phytopathologie in Südwestdeutschland.
 9⁴⁰ Uhr bis 10 Uhr: O. Fischnich, Frankfurt a. M.: Wirkstoffe und Wurzelbildung.
 10⁰⁵ Uhr bis 10⁴⁵ Uhr: P. Koenig, Forchheim: Neues über Tabakkrankheiten.
 11 Uhr bis 11²⁵ Uhr: O. Crüger, Königsberg, Hausschwammuntersuchungen für die Praxis.
 11²⁵ Uhr bis 11⁴⁵ Uhr: K. H. Kütke, Landsberg. Warthe: Neuere Ergebnisse der *Fusicladium*-Forschung.
 11⁴⁵ Uhr bis 12⁰⁵ Uhr: H. Kordes, Neustadt a. d. Weinstr.: Bedeutung der Wuchsstoffe für die vegetative Vermehrung der Rebe, insbesondere für die Rebveredlung.

Am Mittwoch nachmittag wurde eine angewandt-botanische Exkursion zur Besichtigung des Versuchsgutes Limburgerhof der I. G.-Farbenindustrie unternommen, die die erfreulich hohe Zahl von über 50 Teilnehmern aufwies. Die Fahrt ging in 2 Gesellschaftswagen über die Reichsautobahn nach Mannheim und über den Rhein nach Ludwigshafen. In Limburgerhof wurden zunächst die chemischen Laboratorien besichtigt, in denen Boden- und Pflanzenproben (u. a. nach der Neubauer-Methode) untersucht werden, dann in der großen Kulturhalle die Sand- und Wasserkulturen zur Prüfung der Form und Qualität der verschiedenen Düngemittel und

weiter die Freilandkulturen. Dabei wird auch die Frage der Einwirkung der Düngung auf den Vitamingehalt verfolgt.

Nach der Einnahme eines Vesperbrotes, das von der I. G.-Farben in dankenswerter Weise im großen Speisesaal des Kasino-gebäudes geboten wurde, ging die Fahrt auf demselben Wege zurück. In Seeheim an der Bergstraße wurde Halt gemacht und gemeinsam mit den Teilnehmern der pflanzengeographischen Exkursion, die sich hier bereits eingefunden hatten, zu Abend gegessen.



1 2 3 4

Abb. 1. In Limburgerhof. (Phot. Biebl.)

Gäumann-Zürich (1), Appel-Dahlem (2), Riehm-Dahlem (3), Snell-Dahlem (4).



1 2 3

Abb. 2. In Limburgerhof. (Phot. Biebl.)

Höfler-Wien (1), Huber-Tharandt (2), Münch-München (3).

Am Donnerstag, dem 8. VII. vormittags, vereinigten sich die Mitglieder der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Vereinigung für angewandte Botanik zu einer gemeinsamen wissenschaftlichen Sitzung. Von den dort gehaltenen Vorträgen seien die folgenden hervorgehoben:

J. Voss, Berlin-Dahlem: Fermentuntersuchungen an Weizensorten.

H. U. Amlong, Greifswald: Über die Bedeutung des Wuchsstoffes für Wachstum und Geotropismus der Wurzel.

S. Rehm, Darmstadt: Der Einfluß der Borsäure auf die Salzaufnahme höherer Pflanzen.

Im Anschluß daran sprachen als Einführung zu der am folgenden Tage beginnenden großen pflanzengeographischen Exkursion: L. Spilger, Darmstadt: Zur Geschichte der Floristik und Pflanzengeographie des Mainzer Beckens; und

E. Oberdorfer, Karlsruhe: Über pflanzensoziologische Probleme des Oberrheingebietes.

Nachmittags fand nach einer Fahrt durch die Darmstädter Künstlerkolonie eine Besichtigung des Botanischen Gartens statt. Die Weiterfahrt führte zu einem Ausflugsort in der walddreichen Darmstädter Umgebung, dem Schloß Kranichstein, wo Kaffeetafel gehalten und die große Sammlung von Jagdtrophäen besichtigt wurde.

Im Anschluß an die Tagung wurde am Freitag, dem 9. eine eintägige angewandt-botanische Exkursion über Wiesbaden und Kloster Eberbach nach Geisenheim und gleichzeitig eine dreitägige pflanzengeographische durch das Mainzer Becken unternommen. Beide trafen sich abends noch einmal in Geisenheim. Leider konnten aber nur die Teilnehmer der eintägigen am Nachmittag die Anstalt in Geisenheim besichtigen. Für die dreitägige pflanzengeographische Exkursion hatten sich so viele Teilnehmer gemeldet, daß 2 Gesellschaftswagen bereitgestellt werden mußten. Die Fahrt, die reich an botanischen Eindrücken war, ging am 1. Tage nach Wächterstadt gegenüber von Oppenheim zur Besichtigung der Flora der Rheinwiesen, dann über den Rhein nach Nackenheim und Nierstein in das Gebiet der Weinberge (*Prunus fruticosa*), weiter in das Mainzer Sandgebiet und in das Gebiet der Kalkflora des Gausalgesheimer Kopfes. Obwohl die Teilnehmer erst gegen 19 Uhr nach Geisenheim kamen, hatte es sich die Leitung der Lehr- und

Forschungsanstalt für Wein- und Obstbau nicht nehmen lassen, noch um 21 Uhr zu einer Weinprobe in ihren Weinkeller einzuladen. Am nächsten Tag ging es wieder bei Rüdesheim zurück über den Rhein nach Bingen und weiter über Kreuznach nach Münster am Stein, wo die pontischen und mediterranen Elemente auf dem Porphyry des Rheingrafensteines und der hohen Gans besichtigt wurden, und über den Martinberg und die Teufelsrutsch nach Kirchheimbolanden. Beim Abendessen wurden die Botaniker von einem Vertreter der Stadt begrüßt, und es wurde ihnen in einem kurzen Vortrag ein Einblick in die wechselvolle Geschichte der Stadt gegeben. Von Kirchheimbolanden aus ging die Fahrt am nächsten Morgen unter ortskundiger Führung zum Schwarzenfels im Gebiet des Donnerberges, wo eine basiphile und azidiphile Felsvegetation zu sehen war, und nach Dannenfels mit seiner Jahrhunderte alten Kultur von Edelkastanien. Über Worms fuhr man dann nach Lampertheim, wo die Teilnehmer noch eine große Überraschung erwartete. Ebenfalls unter ortskundiger Führung wurde auf einer zweistündigen Kahnfahrt auf dem Alten Rhein eine außerordentlich üppige Wasservegetation besichtigt. *Trapa natans* war in solchen Mengen vorhanden, daß den mehr als 50 Teilnehmern von den Herren des örtlichen botanischen Vereins je ein Kranz von etwa 30 Wassernüssen schon vor der Fahrt überreicht werden konnte. Damit war aber dann das Programm dieser reichhaltigen Exkursion zu Ende. Die Rückfahrt erfolgte am Sonntag abend in bester Stimmung über die Reichsautobahn nach Darmstadt. Alle Teilnehmer waren des Lobes voll über die ausgezeichnete Vorbereitung und reibungslose Durchführung nicht nur dieser Fahrt, sondern der gesamten Tagung. Es sei daher am Schluß dieses Berichtes dem Präsidenten, Herrn Prof. Dr. Stocker, und seinen Mitarbeitern, insbesondere Herrn Prof. Dr. Spilger, Herrn Studienassessor Herzog und Fräulein Studienassessor Dr. Paetzold, für die viele Mühe und Arbeit, die sie für die Vorbereitung der Tagung aufgewendet haben, herzlichst gedankt.

E. Riehm
1. Vorsitzender

K. Snell
1. Schriftführer

Aus dem Botanischen Institut der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu
Frankfurt a. M. mit Unterstützung der William G. Kerckhoff-Stiftung
zu Bad Nauheim.

Wirkstoffe und Wurzelbildung¹⁾.

Von

O. Fischnich.

Mit 6 Abbildungen.

Die vegetative Vermehrung der Pflanzen ist für den praktischen Pflanzenbau in zweierlei Hinsicht von Bedeutung: sie garantiert für genotypische Gleichartigkeit der Nachkommenschaft und führt vielfach schneller zum Ziel als die Vermehrung durch Samen. In der Praxis kommt neben anderen Methoden vor allem die Vermehrung durch Teilung, durch krautartige Stecklinge und durch Steckholz in Betracht. Bei der großen Wichtigkeit dieser Frage ist naturgemäß schon früh versucht worden, die Stecklingsvermehrung künstlich zu fördern.

In ein neues Stadium ist die Frage in dem Augenblick eingetreten, als wurzelbildende Wirkstoffe entdeckt und geeignete Methoden gefunden wurden, um diese den Pflanzen zuzuführen. Nachdem Kögl (1932) das Auxin rein gewonnen hatte und dann später (1934) nachweisen konnte, daß es nicht der Wuchsstoff ist, sondern daß β -Indolylessigsäure (Heteroauxin) ebenso wirkt, lag die Annahme nahe, daß die beiden wenig verwandten Verbindungen nicht die einzigen das Wachstum fördernden Stoffe seien. In den letzten Jahren ist denn auch eine ganze Reihe solcher Stoffe entdeckt und auf ihre Wirksamkeit an den verschiedensten Pflanzen geprüft worden. Es sind zum größten Teil Säuren, die die gleiche oder ähnliche Wirkung auf Pflanzen haben wie Heteroauxin, von dem man inzwischen festgestellt hat, daß es nicht nur das Streckungswachstum fördert, sondern auch Kallus- und Wurzelbildung auslöst (vgl. Laibach, F., G. Mai und A. Müller 1934; Thimann, K. V. and F. W. Went 1934). Einige dieser Stoffe sind die Indolylpropionsäure, Indolylbuttersäure, Phenylpropionsäure, Phenylelessigsäure, Naphthalinessigsäure. Auch einige Gase, wie

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Darmstadt 1937.

Kohlenmonoxyd, Äthylen, Acethylen und Propylen haben sich als wirksam erwiesen (vgl. Zimmermann, P. W. and F. Wilcoxon 1935).

Was die Methoden anlangt, diese Wirkstoffe den Pflanzen zuzuführen, so war der Nachweis von Wichtigkeit, daß sie durch die Kutikula hindurchdringen können (Laibach und Kornmann 1933) und daß sie fettlöslich sind (Laibach und Meyer 1935 und Meyer 1936). Darauf beruht die Pastenmethode (Laibach 1933). Als weitere Methode ist das Aufsteigenlassen von Wirkstofflösungen mit dem Transpirationsstrom in Gebrauch, die unabhängig und gleichzeitig im Boyce-Thompson-Institut und im Frankfurter Institut gefunden wurde.

Will man die vegetative Vermehrung der Pflanzen durch Stecklinge fördern, so ist Voraussetzung, daß man die Bedingungen möglichst genau studiert, unter denen die Adventivwurzeln gebildet werden. Es kommen hierfür innere und äußere Ursachen in Betracht. Von den inneren Ursachen sind zu nennen: die Art der Pflanze (d. h. ihr Genotypus), das Organ, das als Steckling verwendet werden soll, und das Alter bzw. der Entwicklungszustand des Versuchsobjektes.

Nicht alle Pflanzen lassen sich gleich gut bewurzeln. Bei manchen geht's leicht, bei manchen schwer. So weiß jeder, daß die meisten Weiden- und Pappelarten leicht durch Stecklinge zu vermehren sind, Äpfel und Pfirsiche dagegen nur sehr schwer. Selbst innerhalb einer Art sind Unterschiede zu beobachten. So gibt es Rassen von *Coleus*, die am Internodium Wurzeln bilden, wenn man dieses mit Wuchsstoffpaste bestreicht, aber auch dann, wenn man den Wuchsstoff am Blatt zuführt. Im letzten Falle gelangt für die Wurzelbildung noch genügend Wuchsstoff durch Fernleitung aus dem Blatte in den Stengel. Andere *Coleus*-Rassen bilden dagegen nur Wurzeln am Stengel, wenn dieser selbst behandelt wird, während bei Behandlung eines Blattes Wurzelbildung ausbleibt.

Worauf diese Verschiedenheiten in der Neigung zur Wurzelbildung bei den einzelnen Pflanzenarten beruhen, ist meist noch völlig unbekannt. Es handelt sich hier um genotypische Unterschiede, die physiologisch oder anatomisch bedingt sind. Sie können aber zweifelsohne modifikativ abgeändert werden.

An diese Frage nach der Artverschiedenheit bezüglich der Wurzelbildung schließt sich die weitere: Wo, d. h. an welchen

Pflanzenteilen, läßt sich die Adventivwurzelbildung auslösen? Für gewisse Pflanzen kann man sagen: Es gibt eigentlich kein Organ an der Pflanze, an dem man nicht Adventivwurzelbildung hervorrufen könnte, falls es nur von Gefäßbündeln durchzogen ist, da nur im Anschluß an diese Wurzeln entstehen. Man kann Wurzeln an Wurzeln, am Stengel, am Blattstiel und an der Spreite, am Kotyledo, an Hochblättern, an Blütenstielen und Infloreszenzschäften auslösen (Abb. 1). Natürlich müssen die nötigen Wirk- und Baustoffe zur Verfügung stehen.



Abb. 1. Wurzelbildung an einer *Cucumis*-Infloreszenz nach Behandlung mit β -Indolylessigsäure-Paste.

Es gibt allerdings Organe, die sich leicht, und solche, die sich schwer zur Adventivwurzelbildung bringen lassen. Da aber in der Praxis zur Stecklingsvermehrung hauptsächlich Sproßteile Verwendung finden, so spielt weniger die Art des Organs, als vielmehr sein Alter bzw. sein Entwicklungszustand eine Rolle.

Interessant sind in dieser Hinsicht Versuche, die von uns zurzeit an *Cucumis*-Keimpflanzen durchgeführt werden. Es hat sich hierbei klar herausgestellt, daß, soll es zur Wurzelbildung kommen, die Zellen in einem besonderen Entwicklungszustand sich befinden

müssen, d. h. die Zellen müssen zu einem gewissen Abschluß ihres Wachstums auf natürlichem Wege gekommen sein oder dieses Stadium infolge einer Behandlung mit Wirkstoffen erreicht haben.

Wenn man z. B. einen jungen *Cucumis*-Keimling (etwa 4 Tage alt) an den Kotyledonen mit Paste hoher Konzentration bestreicht, so streckt sich das Hypokotyl stark in die Länge. Zur Wurzelbildung kommt es in diesem Falle jedoch nicht. Bestreicht man dagegen einen solchen Keimling später, nach der Streckung, noch einmal mit Paste, dann erfolgt Wurzelbildung am Hypokotyl bis hinauf zu den Kotyledonen und oft an diesen selbst. Also, die Zellen müssen ausgestreckt sein, und es muß dann noch genügend Wuchsstoff zur Verfügung stehen, dann kommt es zur Wurzel-

bildung. Behandelt man das Hypokotyl einer jungen Pflanze mit Wuchsstoffpaste, so wird nach einigen Tagen sowohl an der behandelten und stark geschwellenen Stelle selbst wie auch darunter bis zur Basis des Hypokotyls starke Wurzelbildung beobachtet. Daß in letzterem Falle schon nach einmaliger Behandlung Wurzeln entstehen, hängt wohl damit zusammen, daß bei Querszufuhr des Wirkstoffes die Zellen unter der Epidermis, also in der Hauptsache das Rindenparenchym ein Wirkstoffstrom von so hoher Konzentration trifft, daß das Streckungswachstum dieser Zellen frühzeitiger als sonst sistiert wird, dann aber noch genügend Wirkstoff vorhanden ist, um Wurzelbildung auszulösen.

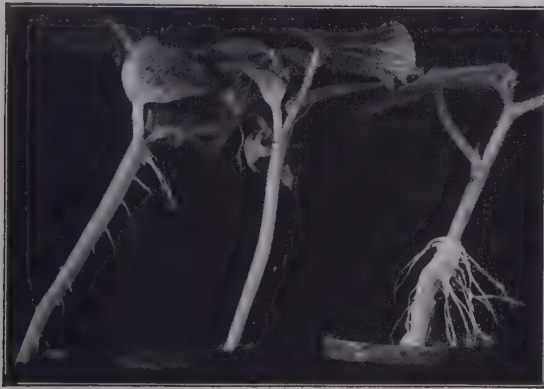


Abb. 2. Ältere *Cucumis*-Keimlinge, links Kotyledonen, rechts Hypokotyl mit β -Indolyllessigsäure-Paste behandelt, Mitte Kontrolle.

Dieselbe Beobachtung kann man auch an jungen Internodien von *Coleus* machen. Sie bilden bei Behandlung mit Wirkstoffpaste Wurzeln. Ihr Längenwachstum wird aber auch vorher durch die hohe Wirkstoffkonzentration sistiert.

Werden nun die Kotyledonen eines älteren ausgewachsenen oder fast ausgewachsenen Keimlings mit starker Paste behandelt, so treten nach einmaliger Behandlung Wurzeln am ganzen Hypokotyl auf (Abb. 2, linke Pflanze).

Wir sahen vorhin, daß sich selbst an Infloreszenzachsen gewisser Pflanzen leicht Wurzeln bilden lassen. Interessanterweise treten am Infloreszenzschachtel von *Tagetes* nur dann Wurzeln auf, wenn sich die Blüten noch im Knospenzustand befinden, wie das

Herr Wehner im Frankfurter Botanischen Institut kürzlich festgestellt hat.

Man sieht aus den Versuchen jedenfalls, von welcher Bedeutung der Entwicklungszustand eines Organs ist, an dem man Adventivwurzelbildung auslösen will, und wie notwendig es daher ist, bei den zur Stecklingsbewurzelung zu verwendenden Pflanzen auf diesen Punkt zu achten.

Neben den inneren Faktoren spielen aber auch äußere Einflüsse bei der Wurzelbildung eine große Rolle. Ich nenne hier in erster Linie den Einfluß des Lichtes. In der Literatur ist schon verschiedentlich auf diesen Faktor hingewiesen worden. Erst



Abb. 3. *Coleus*: Blattpaar auf der Mittelrippe unterseits mit β -Indolyllessigsäure behandelt. Rechtes Blatt beschattet. Unterhalb dieses am Stengel keine Wurzelbildung, unterhalb des nichtbeschatteten Blattes Wurzeln.

kürzlich ist eine Arbeit von Dorf Müller und Mevius (1937) erschienen, in der diesem Punkt ganz besondere Beachtung geschenkt wird. Unsere Versuche in dieser Richtung führten zu folgenden Ergebnissen:

Behandelt man ein Blattpaar von *Coleus* auf der Mittelrippe unterseits mit J.-P. starker Konzentration und verdunkelt eines der behandelten Blätter, so werden nach 4–6 Tagen am Stengel unterhalb des verdunkelten Blattes nur wenige oder gar keine Wurzelanlagen gebildet, während am Stengel unterhalb des verdunkelten Blattes Wurzeln in großer Zahl angelegt werden. Vollkommenes Verdunkeln ist noch nicht einmal notwendig, es genügt schon, wenn eines der behandelten Blätter beschattet wird (Abb. 3). Behandelt man ein Blattpaar in der gleichen Weise, wartet

dann aber ab, bis am Stengel unterhalb der behandelten Blätter Wurzeln angelegt sind und verdunkelt jetzt eines der Blätter oder entfernt ein solches, so zeigt sich, daß unter dem verdunkelten oder entfernten Blatt am Stengel die Wurzeln bei weitem nicht so gut austreiben wie da, wo das behandelte Blatt noch vorhanden und nicht verdunkelt ist (Abb. 4). Ein entsprechendes Ergebnis erhält man auch, wenn man die Blattspreite zur Hälfte verdunkelt oder entfernt und den Blattstiel zur Bewurzelung bringt.

All' dies zeigt deutlich, daß aus dem Blatt Stoffe in den Stengel wandern müssen, die sowohl die Anlage, wie auch das Austreiben der Wurzeln begünstigen. Um welche Stoffe es sich hier handelt, ist noch nicht ganz sicher. Möglich ist, daß Zucker eine wichtige Rolle spielt, vielleicht sogar allein verantwortlich ist; ist es doch, wie schon länger bekannt, möglich, die Wurzelbildung an abgeschnittenen (*Coleus*-) Blättern dadurch zu fördern, daß man sie in eine Zuckerlösung stellt.

Daher spielt auch die Assimilation bei der Wurzelbildung eine erhebliche Rolle. Das zeigen uns vor allem die jahreszeitlichen Unterschiede in der Wurzelbildung. Wir können im Gewächshaus an *Coleus* im Sommer viel eher Wurzeln erzeugen als im Winter. Die Luftfeuchtigkeit, die Temperatur oder sonstige Einflüsse können daran nicht schuld sein; ausschlaggebend ist vielmehr die bessere Beleuchtung im Sommer und die dadurch bedingte bessere Assimilation.

Das Zusammenwirken der Bau- und Wirkstoffe kennenzulernen, ist eines der Haupterfordernisse der weiteren Forschung. Denn nur so kann man auch bei wenig zur Adventivwurzelbildung neigenden Pflanzen zu Erfolgen gelangen. Da aber viele unserer wichtigsten Kulturpflanzen in diese Kategorie gehören, so werden Erfolge in dieser Richtung auch der Praxis zugute kommen. Einiges ist auf diesem Gebiete schon erreicht worden. Bei gewissen nicht allzu schwer wurzelbildenden Pflanzenarten kann die Wurzelbildung erheblich gefördert werden, außerdem lassen sich aber auch schon solche Pflanzenarten künstlich zur Bewurzelung bringen,



Abb. 4. (Vgl. Text.)

deren vegetative Vermehrung bisher nicht in Betracht kam, weil die Adventivwurzelbildung normalerweise schlecht ist: gewisse *Lonicera*-Arten (Abb. 5), Flieder, *Parrotia*, Reben (Abb. 6), Kaffee usw.



Abb. 5a. *Lonicera coerulea*. Stecklinge, behandelt.



Abb. 5b. Stecklinge unbehandelt.

Näher will ich auf die Bedeutung, die diese Versuche für die Praxis haben, hier nicht eingehen. Nur auf einen Punkt möchte ich hinweisen, nämlich auf die Bedeutung für die Unterlagenzüchtung. Wir brauchen Klone für die amerikanischen Rebenunterlagen, Klone für Kern- und Steinobstunterlagen usw. Es wird ferner auch Klonzüchtung angestrebt für die Unterlagen von Kaffee, Kakao, Ölbaum und anderen wichtigen Nutzpflanzen.

Hier liegt ein weites und aussichtsreiches Feld für die Wuchsstoffforschung offen, das wir schon seit mehreren Jahren bearbeiten und auf dem wir auch schon Erfolge erzielt haben (Reben¹⁾).

¹⁾ Die Versuche mit Reben, die seit 2 Jahren an einzelnen Rebenstationen durchgeführt worden sind, hatten zunächst den Zweck, die Pfropfungsergebnisse mittels β -Indolylessigsäure zu verbessern. Bisher waren hierbei keine nennenswerten Erfolge zu erzielen. Dagegen liegen die Aussichten für die Förderung der Bewurzelung günstig.

Kaffee usw.; vgl. auch Laibach 1937). Es gibt kaum eine Pflanze, und sei sie auch noch so schwer zu bewurzeln, die nicht gelegentlich einmal im Versuch Adventivwurzelbildung zeigt. Wenn es aber gelingt, solche hin und wieder auszulösen, dann muß es immer gehen, wenn man nur die richtigen Bedingungen ausfindig macht. Das ist das Ziel der praktischen Wuchsstoffforschung.



Abb. 6. Reben („St. Laurent“), Steckholz, links unbehandelt, rechts mit 0,5 % β -Indolyllessigsäure-Paste behandelt. Wurzelbildung nach 27 Tagen.
(Phot. Herr Scheu, Alzey.)

Schrifttum

- Dorfmüller, W. und W. Mevius, Ber. D. Bot. Ges. **55**, 131 (1937).
 Faber, E. R., Jahrb. wiss. Bot. **83**, 439 (1936).
 Fischnich, O., Planta (Berl.) **24**, 552 (1935).
 —, Ber. D. Bot. Ges. **55**, 279 (1937).
 Kögl, F., A. J. Haagen-Smit und Hanni Erxleben, Zeitschr. physiol. Chem. **214**, 241 (1933).
 —, — und —, Ebenda **228**, 90 (1934).
 Laibach, F., Ber. D. Bot. Ges. **51**, 386 (1933).
 —, Die Gartenbauwiss. **11**, 65 (1937).
 — und O. Fischnich, Biol. Zentralbl. **56**, 62 (1936).
 — und P. Kornmann, Planta (Berl.) **19**, 482 und **21**, 396 (1933).
 Angewandte Botanik. XIX

- Laibach, F., G. Mai und A. Müller, Die Naturwiss. **22**, 288 (1934).
— und F. Meyer, Senckenbergiana **17**, 73 (1935).
—, A. Müller und W. Schäfer, Die Naturwiss. **22**, 588 (1934).
Meyer, F., Diss. Frankfurt a. M. (1936).
Ruge, U., Zeitschr. f. Bot. **31**, 1 (1937).
Thimann, K. V. and F. W. Went, Kon. Acad. Wetensch. Amsterdam **37**, 456 (1934).
Zimmermann, P. W. and F. Wilcoxon, Contrib. Boyce Thompson Institut **7**, 209 (1935).

Über Tabakkrankheiten und -schädlinge.

Bericht über die Arbeiten der Reichsanstalt für Tabakforschung Forchheim¹⁾.

Von

P. Koenig.

In meinem Vortrage sollen die Ergebnisse neuer Arbeiten der Reichsanstalt für Tabakforschung-Forchheim, die ich mit meinen Mitarbeitern, namentlich mit Dr. W. Müller, ausführen konnte, über Tabakkrankheiten und -schädlinge besondere Berücksichtigung finden. Ich werde dabei aber auch die Arbeiten anderer Autoren anführen, um ein abgerundetes Bild über den Tabakpflanzenschutz geben zu können:

I. Krankheiten.

Das sog. „Wildfeuer“, verursacht durch *Pseudonomas tabaci*, war in den Jahresversammlungen der Vereinigung für Angewandte Botanik schon wiederholt Gegenstand von Vorträgen. Zum erstenmal hörten wir in unserem Kreise darüber von Professor Kern- (1)-Budapest auf der Tagung in Braunschweig (1928): er berichtete uns über den Ausbruch dieser Krankheit in Ungarn. Sie war in der berichteten Form auch schon in Deutschland bemerkt worden. Darüber erstattete Kotte (2) auf der Jahresversammlung in Bonn Bericht. Sein Verdienst ist, nachgewiesen zu haben, daß es ein Leichtes sei, den Erreger des „Wildfeuers“ in Kulturen zu züchten und Impfungen vorzunehmen. Ich habe damals in Bonn in längeren Diskussionsausführungen darauf hingewiesen, daß es sich wohl nicht

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Darmstadt 1937.

um eine neue in Deutschland und Europa aufgetretene und aus den USA eingeschleppte Krankheit handle, die erstmalig in den USA im Jahre 1917 durch Wolf und Foster (2) festgestellt worden sein soll. Ich war vielmehr der Meinung, daß es sich um die seit Jahrhunderten in Deutschland bekannte Rostfleckenkrankheit (in der alten Literatur kurz „Rost“ genannt) handle. Ich wies damals auf alte Schriften hin, wie z. B. auf das „*Traité du Tabac*“ (1791) (Rost entstanden durch Luftsäure), ferner auf J. Strauß, Nürnberg 1825 „*Der Tabakpflanzer*“, worin von dieser Fleckigkeit (Eisenflecken, Salpeterflecke, Brand, Räude genannt) die Rede war. Am ausführlichsten schreibt darüber der berühmte Hermbstädt (1822), der den „Rost“ als die Hauptkrankheit des Tabaks bezeichnet.

Aber auch Werke, die über den Tabakbau einzelner Gebiete handeln, berichten über den „Rost“, z. B. Ramm in „*Der Tabakbau in der Pfalz und im Elsaß*“, Ludwigsburg 1852, ferner gibt Pinkert, „*Der Tabak*“, Berlin 1860, ein besonderes Kapitel über „Rost oder Brand“. Er führt an, daß in Baden der Duttentabak und der Vinzer leichter vom Rost befallen werden als der Amersfoorter usw. Holzschuher schreibt in seiner „*Neuen Tabakanbau-Methode*“, Gotha 1867, daß sich der Rost in Baden besonders in naßkalten Sommern zeige, und daß davon die Havannasorten (auch auf Cuba selbst) befallen werden. Ich will mich mit diesen kurzen älteren Angaben begnügen, die vervielfältigt werden könnten. Ich habe damals mit meinen Ausführungen, daß es sich beim „Wildfeuer“ um den überall, wo Tabak angebaut wird, bekannten Rost handle, wenig Glauben gefunden.

Außer dieser Bonner Tagung der Vereinigung für Angewandte Botanik seien noch kurz die Arbeiten von Stapp (3, 4) erwähnt, der die Anzahl der bakteriellen Blattfleckenkrankheiten dankenswerterweise auf zwei zurückführte.

Auch die bekannten und wertvollen Arbeiten von Böning (11, 12) dürfen hier nicht unerwähnt bleiben.

Unter Hinweis auf diese Arbeiten kann auf eine Beschreibung des Krankheitsbildes verzichtet werden.

Ich komme nun auf die jahrelangen Versuche der Reichsanstalt für Tabakforschung zu sprechen, die (ähnlich wie Müncheberg und USA) wildfeuerresistente Sorten zu schaffen suchen. Es ist uns gelungen, resistente Stämme wie z. B. aus der Sorte Amersfoorter zu schaffen. Diese Sorte zeigt in normalen Jahren keinen Befall.

Wir besitzen ein Bild, durch das bewiesen wird, daß rings um diesen Stamm alle Sorten sehr stark befallen waren, der Stamm selbst zeigte nur am Rande des Versuchs einige Rostflecken, sonst blieb er vom Befall verschont. Man wird also bei keiner Sorte von „immun“ sprechen können, wohl aber nur von einer relativen Widerstandsfähigkeit. Wir haben übrigens auch bei nikotinreichen *Rustica*-Sorten, die sonst wenig von Wildfeuer angegriffen werden, z. T. starken Befall feststellen können. Es ist bemerkenswert, daß z. B. die hellblättrigen Sorten Jahre hindurch vom Wildfeuer nicht befallen wurden und in den letzten Jahren immer mehr Befall aufwiesen. Besonders anfällig erwiesen sich stets nachgesetzte Pflanzen. Auch der Spätsatz ist leichter vom Wildfeuer befallbar als Frühsatz, wenn dies auch nicht als Regel angesehen werden darf.

Als vorbeugende Bekämpfungsmittel gegen den Befall dieser schweren Plage des Tabakbaus sei erwähnt: Heranzucht gesunder, kräftiger Setzlinge in gedämpften Saatbeeten (5). Damit hat die Reichsanstalt für Tabakforschung recht gute Erfolge erzielt. Die jungen Pflänzchen werden zum Schutz gegen die Krankheiten und zugleich zur Stärkung des Wachstums mit Kupferpräparaten gespritzt oder noch besser bestäubt. — Man halte strenge Auswahl nur gesunder Samenpflanzen. Windschutz durch Randpflanzen (Mais, Stangenbohnen usw.) ist zu empfehlen. Das Beregnen oder Bewässern der heranwachsenden Tabakpflanzen hat entgegen unserer ursprünglichen Vermutung keine Förderung des Befalls zur Folge.

Und nun kurz meine Stellungnahme zur Frage: „Wie war es möglich, daß die alte Rostfleckenkrankheit in den zwanziger Jahren unterschieden wurde vom Wildfeuer, das als eine neue aus den USA eingeschleppte Krankheit bezeichnet wurde?“ Der Befall der „Wildfeuerkrankheit“ an Setzlingen weist begreiflicherweise andere Verfärbungs- und Nekroseerscheinungen auf (gelb statt braun usw.), da das Bakteriensubstrat beim Setzling ein zartes feines Gewebe, bei der älteren Pflanze ein dickes, stärkeres Blattgewebe als Nährsubstanz darstellt. Infolgedessen ist das Krankheitsbild im Setzlingsbeet scheinbar ein ganz anderes als bei erwachsenen Pflanzen. Der Beweis, daß es sich in beiden Fällen um ein und dasselbe Bakterium, nämlich um *Pseudomonas tabaci*, handelt, ist in der Reichsanstalt durch Dr. W. Müller dadurch erbracht worden, daß es gelingt, den Befall an Setzlingen (mit den charakteristischen gelben Setzlingsnekrosen) durch Impfen mit aus Rostflecken an älteren Pflanzen und umgekehrt aus Rostflecken an erntereifen

Pflanzen durch Impfen mit Kulturen aus befallenen Setzlingen (mit den gelben Nekroseerscheinungen) zu erzielen. Es handelt sich also beim Wildfeuer um nichts anderes als um die uralte Rostfleckenkrankheit, die bei Setzlingen und jungen Pflanzen nur etwas andere Krankheitsbilder zeigt als bei älteren Tabakpflanzen.

Virus-Krankheiten (Allgemeines).

Über die *Virus*-Krankheiten besteht ein ungeheuer umfangreiches, deutsches und ausländisches Schrifttum, das auch schon Zusammenfassungen (6) aufweist. Ich beschränke mich hier darauf, zu bemerken, daß die Tabakpflanze in der Forschung der *Virus*-Krankheiten eine hervorragende Stelle einnimmt. Es vergeht kaum eine Woche, in der nicht von der Reichsanstalt von anderen wissenschaftlichen Instituten Samen oder Setzlinge leicht befallbarer Tabaksorten zu Studienzwecken angefordert werden, besonders von hellblättrigen Zigarettentabaksorten. Damit sei aber nicht gesagt, daß auch die dunkelgrünblättrigen Sorten vom Befall dieser Krankheiten verschont bleiben. Der Nachweis des Erregers dieser *Virus*-Krankheiten ist mit überaus großen Schwierigkeiten verbunden. In neuerer Zeit ist es Stanley (7) gelungen, das *Virus* in Form einer kristallisierbaren Eiweißart zu isolieren und Müller-Hagemann-Köln wollen den Erreger mit Hilfe ihres Fluoreszenzmikroskopes näher kennzeichnen. Jedenfalls wird neuerdings unserer früher öfter zum Ausdruck gebrachten Meinung, daß es sich wahrscheinlich nicht um ultrabakterielle, sondern um andere physiologisch begründete Störungen handelt, beigeipflichtet. Sehr schwer fällt die Entscheidung darüber, ob *Virus*-Krankheiten durch Samen übertragen werden können. Ein Teil des Schrifttums spricht dagegen. Jedenfalls gibt es Sorten, die außerordentlich zum Befall neigen. So fanden wir in Forchheim eine Sorte, die mitten unter anderen nicht befallenen Sorten stehend, von Anfang an stärksten *Virus*-Befall aufwies, der auch bei fortgeschrittenem Lebensalter nicht zurückging.

Damit ist aber nicht etwa der Beweis erbracht, daß es sich um einen ultravisiblen Erreger handelt. Winzige, an der Grenze zwischen lebenden und leblosen Gebilden stehende Körper oder deren Stoffwechsel- oder Umwandlungsprodukte können ebenso durch Zellsaft übertragen werden, wie die lebendigen Bakterienkörper selbst. Dabei ist es gleichgültig, ob Nekroseerscheinungen durch die Körper selbst oder durch Reaktionen, die sie in den Pflanzen-

zellen oder -geweben ausüben, hervorgerufen werden. Die *Virus*-Krankheiten werden, wie wir im Tabakbau vielfach feststellen konnten, verbreitet durch die Praxis des Köpfens und Geizens, d. h. durch Zellsaftübertragung. Man muß daher erst die gesunden Pflanzen köpfen und geizen oder daran das Sandblatt ernten, und dann erst darf man — falls man die kranken Pflanzen nicht ausgemerzt hat — die Arbeiten an den befallenen Pflanzen vornehmen. Übrigens kann die Verbreitung der Krankheit schon beim Setzen der jungen Pflanzen durch Menschenhand erfolgen, da deren Wurzeln oft schon Krankheitsstoffe enthalten. Ferner wird die Übertragung durch saugende und stechende Insekten besorgt.

Virus-resistente Pflanzen suchte man schon da und dort zu züchten. So berichtet die Kentucky-Experimental Station (USA), eine *Virus*-resistente Tabakpflanze zu besitzen (8). Auch in Forchheim werden derartige Versuche ausgeführt, ohne daß ich von einem Erfolg berichten könnte. Wichtig erscheinen mir die vorbeugenden Maßnahmen, um Befall zu vermeiden, z. B. Vermeidung von Nährstoffmangel, besonders von Stickstoffmangel, auch von Bormangel, Vermeidung von mehrjährigem Anbau auf ein und demselben Felde. Günstiges Klima, besonders gute Wasserversorgung vermögen den Befall weitgehend einzuschränken. So wurde durch Bewässerung eines befallenen Feldes das weitere Fortschreiten der Krankheit unterbunden. Es ist bei guter Pflege durchaus möglich, daß Pflanzen, die in der Jugend erkrankten, den Befall überwinden und eine gesunde Hauptblatternte erbringen.

Eine der Hauptursachen für die *Virus*-Erkrankung scheint jedenfalls in einem Minimum des Ernährungsfaktors Wasser zu suchen zu sein. Dadurch kommt es entweder zu einer zu geringen Aufnahme von Nährstoffen oder zu einer zu hohen Konzentration und einem unausgeglichene Verhältnis der Nährstoff-Ionen.

Ich darf es mir auch ersparen, an dieser Stelle die Krankheits-symptome der verschiedenen *Virus*-Krankheiten (Mosaik, Ringfleckigkeit, Mauke = Herzkräuselkrankheit) zu beschreiben. Die letztgenannte *Virus*-Krankheit finden wir schon oft im alten Schrifttum erwähnt. Es ist merkwürdig, daß diese Krankheit eine Zeitlang von den Tabakschriften erwähnt wird, dann jahrzehntelang nichts mehr darüber geschrieben wird und plötzlich wieder erneut stark auftritt. Die *Virus*-Krankheiten scheinen also wellenartig aufzutreten, in gewissen Jahren oder Jahrzehnten „virulent“ zu sein und dann für den Beobachter einfach zu verschwinden.

So konnten wir in den Jahren 1927—1934 nur vereinzelt hier und dort die gewöhnliche Mosaikkrankheit feststellen, in den letzten Jahren dagegen sehr viel häufiger. Ähnlich liegt es bei der Mauke. Sie war wohl öfters mit nur wenigen Pflanzen in den Tabakfeldern zu finden. Die beiden letzten Jahre haben die Mauke zu einer schweren Krankheit mit empfindlichen Schäden werden lassen. Ähnlich soll es vor 50 Jahren gewesen sein.

Dieses zeitlich wellenförmige Auftreten dieser Krankheitsformen ist sicherlich zum Teil mitbedingt durch die Verschiedenartigkeit klimatischer Einflüsse.

Bei der Spikkelkrankheit zeigen die Blätter kleine reinweiße Nekrosen, die in größerer oder kleinerer Anzahl über die Blattspreite verteilt liegen. Als Ursache hierfür werden Klima- und Witterungsbedingungen angesehen, die eine Störung der Transpiration des Blattes zur Folge haben und das Absterben und Verfärben dieser Stellen verursachen.

Diese Ansicht einer Transpirationsstörung findet eine Bekräftigung darin, daß man solche Flecken, teils allerdings in größerem Ausmaße, bei der Mauke findet. Und hier liegt ja eine Transpirationsstörung ganz offensichtlich zu Grunde, wenn auf der Hauptrippe und den Nebenrippen die braunen bis braunschwarzen Striche vorhanden sind. Diese Verfärbung und Gewebeerstörung ist aber nicht auf die äußeren Zellschichten beschränkt, sondern sie erfaßt auch die Gefäßbahnen. Die Folge davon muß eine verminderte und ungenügende Wasserversorgung des Blattgewebes sein.

Eine andere, in ihrer Ursache noch völlig ungeklärte Krankheit ist die Panaschierung oder der Albinismus. Hierbei treten hellgrüne bis reinweiße Flecken auf dem Blatte auf, die durch schichtweises Fehlen des Chlorophylls entstehen. Diese Krankheit tritt nur sehr vereinzelt auf und ist ohne wirtschaftliche Bedeutung.

Frost- und Hitzeschäden.

Die junge Tabakpflanze ist im allgemeinen nicht so frostempfindlich, wie angenommen wird. Sie erholt sich auch nach Frostperioden von -2°C leicht. Stärker empfindlich sind die reifen Tabakblätter, die — besonders bei Witterungsumschlag — starken Schaden durch Frost nehmen.

Sonnenbrand finden wir sowohl bei Setzlingen im Saatbeet (Weißfärbung der Blätter) wie bei größeren und großen Pflanzen auf dem Felde, wo starke, braune Brandflecken oder gänzliche

Zerstörung der Blätter auftreten. Bei Verwendung von Gartenrohglas zur Bedeckung von Setzlingsbeeten konnten wir keinen Sonnenbrand feststellen. Wenn die gewöhnlichen Fenster Kalkanstrich trugen oder mit Stroh- oder Kokosmatten bedeckt waren, wurde bei Setzlingen der Sonnenbrand ebenfalls vermieden. Auf dem Felde zeigten die bewässerten oder beregneten Pflanzen (13) so gut wie keinen Sonnenbrand.

Die Erforschung der Mangelercheinungen ist in letzter Zeit stark gefördert worden. Besonders hat sich darum das Kalisyndikat (9) bei Kalimagnesia, Kalk, Stickstoff und Phosphorsäuremangel große Verdienste erworben. Der Phosphorsäuremangel wurde besonders von Wimmer (10) studiert. Die Untersuchungen der Reichsanstalt decken sich vollkommen mit den Ergebnissen, weshalb auf ein näheres Eingehen hier verzichtet werden kann. Dagegen muß ich einiges zur Prüfung der Frage „Bormangel“ hier anfügen. Die Tabakpflanze ist wohl die bestreagierende Pflanze auf Bormangel. Deshalb hat die Reichsanstalt für Tabakforschung seit 5 Jahren sich mit Nährlösungs- und Topf- und Feldversuchen mit und ohne Borernährung beschäftigt.

Den deutlichsten Ausschlag gaben natürlich die Nährlösungsversuche. Den Besuchern der Reichsanstalt konnte mit selten guter Deutlichkeit vor Augen geführt werden, daß ohne Bor (in Form von Borsäure oder Borax) eine Aufnahme der reichlich, in richtiger Konzentration und in richtigem Verhältnis zur Verfügung stehenden Nährstoffe einfach nicht stattfinden konnte. Die Gabe von 1 mg Bor je Pflanze in 5 Liter Nährstofflösung bewirkte, daß die Nährstoffe rasch und regelmäßig aufgenommen wurden und die Pflanzen zur Blüte und Samenbildung kamen; ohne die wenigen Bormengen war den Pflanzen die Aufnahme der zur Verfügung stehenden, in löslicher Form vorhandenen Nährstoffe einfach unmöglich. Das Absterben der Vegetationsspitzen war die Antwort auf Bormangel. Daraus folgt, daß Bor als Regulator und Transformator der Nährstoffe unbedingt erforderlich ist, ohne selbst Nährstoff zu sein. Ich möchte das Bor als mineralisches Vitamin (ähnlich dem Jod bei der menschlichen Ernährung) kennzeichnen. Nachdem wir nachgewiesen haben, daß eine geringe Menge Bor für die Regulierung der Nährstoffaufnahme der Tabakpflanze unbedingt erforderlich ist, geben wir auch auf unsere Felder regelmäßig 20 kg Borax je Hektar.

Auf die übrigen Krankheiten des Tabaks will ich hier nicht eingehen, da Neues nicht zu berichten ist.

II. Schädlinge.

Auch hier beschränke ich mich auf die Angabe von neuen Beobachtungen: Als neu wurde das Blattälchen (*Aphelenchus Ritzema* Bosi, nach der neueren Nomenklatur *Aphelenchoides fragariae*) als im Tabakblatt an einigen Stellen in Württemberg und an verschiedenen Orten in Oberbaden vorkommend von meinem Mitarbeiter W. Müller festgestellt. Das Krankheitsbild ist das folgende: es entstehen im Blatt zunächst helle, später braune und schwarze Flecken. Diese unterscheiden sich von den bisher bekannten Fleckenbildern dadurch, daß sie von den Nerven (auch 2. und 3. Ordnung) geradlinig begrenzt werden und von der offenen Seite aus allmählich in das normale Blattgewebe übergehen. Eine nähere Beschreibung dieses Blattälchens befindet sich in der Arbeit: „Das Blattälchen des Tabaks“, Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 47, 8, S. 447—452, 1937. (Das Blattälchen darf nicht verwechselt werden mit dem bekannten Älchen *Heterodera radicola*, das die Wurzelverdickungen hervorruft.) Schwarz und Peters war das Vorkommen des Tabakblasenfußes (*Thrips Tabaci*) in Deutschland noch nicht bekannt. Wir konnten indessen den Tabakblasenfuß in Baden an hellblättrigen Tabakblättern (U-Stamm, Zigarettentabake) öfter feststellen. Der Schaden, den der *Thrips* in unserem Klima anrichtet, ist jedoch kaum merklich im Unterschied zu seinem berüchtigten Zerstörungswerk im Orient (Bulgarien, Griechenland, Rumänien, Türkei). Anscheinend sind die Lebensbedingungen in unserem Klima für diesen *Thrips* ungünstig.

Nacktschnecken (*Agrolimax*) traten in den letzten Jahren besonders zahlreich an den Tabaksetzlingen auf. Im Frühjahr 1937 waren die Schädigungen durch Nacktschnecken in manchen Gegenden sogar als katastrophal zu bezeichnen, da sie ganze Setzlingsbeete zerstörten und häufig Setzlingsnot eintrat. Als Bekämpfungsmittel bewährte sich das Bestäuben mit Cusarsen und das Bespritzen mit einer verdünnten Lösung von Nikotin bzw. Nikotinextrakt.

Regenwürmer gelten im allgemeinen nicht als schädlich. Ich konnte indessen (in Mittel- und Unterbaden) Setzlingsbeete feststellen, in denen sie so zahlreich auftraten, daß überhaupt kein Keimling sich entwickeln konnte. Dieser Befall traf besonders für Setzlingsbeete zu, die im Norden (im Schatten) lagen und zu feucht gehalten worden sind. Das Dämpfen der Saatbeeterde bewirkt das

Abtöten der Eier von Regenwürmern, Schnecken usw. Es sei in diesem Zusammenhange auf die neue Bodendämpfmethode der Reichsanstalt aufmerksam gemacht, die sich als für unseren Betrieb, wo man mehrere hundert Saatbeete herzurichten hat, ausgezeichnet bewährt hat. Alle Lebewesen (Eier, Larven, Schnecken, Insekten, auch Unkrautsamen oder von früher her vorhandene Tabaksamen werden restlos abgetötet, ebenso alle schädlichen Saatbeetpilze und Bakterien. Nur wenige Arten indifferenter Bakterien bleiben am Leben. Der Boden wird überaus feinkrümelig und behält den Sommer über eine gute Wasserabsorption. Es ist weiter nicht bekannt, daß die Larven der großen Schnake *Pachyrhina maculosa* auf dem Felde an Setzlingen und jungen Pflanzen großen Schaden anrichten. Die Larven ähneln den grauen Erdraupen (*Agrotis*), die ja ähnlich wie der Drahtwurm (*Laeon*, *Agriotes*, *Corymbites* usw.) in den Monaten Mai und Juni große Verheerungen in den Tabakfeldern verursachen. Wir konnten feststellen, daß die Larve der genannten großen Schnake schon für bis zu 50% der Setzlingseinbuße verantwortlich zu machen sind.

Über die Frage des Befalls von Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*) auf der Tabakpflanze habe ich in dieser Zeitschrift 1936 berichtet.

Die Tabaklaus (Aphiden, besonders *Myzus persicae*) habe ich in den letzten Jahren öfter an Tabakpflanzen beobachten können. Sie bevorzugt besonders zarte Tabaksorten, wie z. B. FO, an welcher Sorte die Tabaklaus im Jahre 1933 in starkem Umfange auftrat. Ferner tritt sie gern an sog. Schattentabaken und an nikotinfreien Tabaken auf. Als Bekämpfungsmittel hilft das Bespritzen mit Nikotinlösungen. Es tritt dann der paradoxe Fall ein, daß man die Tabakpflanzen mit Nikotin behandeln muß, das sie selbst erzeugen. Die Konzentration des Nikotins im lebenden Blatt ist im allgemeinen so gering, daß die Läuse sich daran gewöhnen. Nur an nikotinreichen Tabaken kommen keine Läuse vor. Die nikotinreich gezüchteten Tabake der Reichsanstalt enthalten in der Grünsbstanz 0,9—1,25% Nikotin (= 8—11% in der Trockensbstanz). Unser Dr. W. Dörr konnte schon Pflanzen feststellen, die 15—16% Nikotin in der Trockensbstanz enthielten. In regenreichen Jahren ist der Nikotingehalt (Nikotin wird vom Regen ausgewaschen) niedriger als in trockenen Jahren. In der Ostmark (Marienwerder) wurde von dem nikotinreichen Tabak der Reichsanstalt im Jahre 1937 schon 250 Morgen

angebaut, und wir hoffen, bald den ganzen Bedarf Deutschlands decken zu können. Jedenfalls ist dies praktisch möglich, selbst wenn zur Bekämpfung vom Heu- und Sauerwurm größere Mengen gebraucht werden sollten.

Dabei wird nicht etwa — wie man schon einwandte — guter Weizenboden zu diesem Anbau verwendet, sondern schlechter Weichselmoorboden, der sich nicht zum Getreidebau eignet und seit Jahrhunderten nur zum Tabakbau benutzt worden ist.

Hier bei der Besprechung der tierischen Schädlinge möchte ich auch Gelegenheit nehmen, auf die Wichtigkeit des Vogelschutzes für die Insektenbekämpfung im Tabakbau aufmerksam zu machen. Ich konnte wiederholt beobachten, wie insektenfressende Singvögel Reihe um Reihe nach Insekten absuchten.

III. Lagerschädlinge.

Der Reichsanstalt für Tabakforschung werden oft auch Lagerschädlinge, deren Larven, sowie beschädigte Tabake und Tabakwaren zugesandt. Am häufigsten wird der Speckkäfer (*Dermestes*) eingesandt. Dieser hat sich als der „deutsche Zigarrenkäfer“ herausgestellt. Die Fabrikanten und Raucher können es oft nicht verstehen, wie es möglich ist, daß aus der Zigarrenkiste bzw. aus den Zigarren die charakteristischen verhältnismäßig großen Käfer heraustreten, die aus den Zigarren große runde Löcher (gleich Wohnungen) ausgegraben haben, gleich als ob man mit einem $1\frac{1}{2}$ cm-Korkbohrer kunstvoll ein Loch in die Zigarre gebohrt hätte. Daneben sind dann weitere Fraßstellen längs der Zigarrenoberfläche angelegt, die als Längsstreifen sich wie Straßen auf der Zigarre ausnehmen. Dieses Fraßbild ist für den Speckkäfer charakteristisch. Der Befall geschieht wohl meist schon auf dem Rohtabakblatt, das ja in den Lägern der Pflanze oder der Händler leicht mit den Eiern des Speckkäfers belegt werden kann, die später bei der Bearbeitung nicht so leicht erkannt werden. Auch ein Befall der Zigarre ist möglich, wenn die Kisten in „wenig gepflegten“ Lagerräumen stehen, z. B. in Metzgereien, Kolonialwarenläden, Wirtschaften. Die meisten Anzeigen stammen aus solchen Betrieben. Auch der Messingkäfer (*Niptus hololeucus*) kommt in ähnlicher Weise auch an Tabakwaren in Deutschland vor. Das Fraßbild ist nicht so regelmäßig. Der Messingkäfer frißt vielmehr in breiteren Streifen oder gar rund um die Zigarre.

Der echte Zigarrenkäfer (*Lasioderma serricorne*) wird jährlich mehrmal mit Rohtabaken aus Cuba, Brasilien und anderen Tropenländern eingeführt. Meist ist die ganze Sendung von vielen Ballen verseucht. An unzähligen Stellen ist das Tabakblatt von der Larve der *Lasioderma* durchlocht. Als einziges Bekämpfungsmittel kann die Begasung mit Cyanwasserstoff oder anderen Gasen in hermetisch abgeschlossenen Räumen empfohlen werden. Eine Verbreitung des Käfers kommt bei uns in Deutschland übrigens nicht in Frage, da weder Käfer noch Larve bei uns überwintern und schon bei nicht sehr tiefen Temperaturen zugrunde gehen.

Die Heu- oder Kakao- oder Zigarettenmotte (*Ephestia clutella*) tritt auch bei uns in Deutschland (vom Orient eingeführt) auf. Sie legt ihre Eier u. a. auch auf Zigarettentabak ab, und zwar sucht sich die Motte stets den besten Tabak von feinstem Aroma zur Eierablage aus, so daß sie als guter Boniteur gilt. Die entstehenden Larven fressen das Tabakblatt von außen nach der Rippe gleichmäßig (also zuerst die eine Hälfte und zwar halbkreisförmig) ab. Die Gespinste finden sich meist in der Mitte an der Hauptrippe.

Die Tabakmilbe (Käsemilbe *Tyroglyphus siro*) ist nach wie vor in Deutschland von den Rohtabaklagern kaum wegzudenken. Sie tritt, sobald es warm wird, im April oder Mai in ganz großen Massen auf und wird von dem Tabakvergärer eigentlich sehr gern gesehen. Die „Tabakfachleute“ behaupten nach wie vor, daß die „Tabaklaus“, wie diese Milbe genannt wird, den Tabak „putze“ (reinige). In Wirklichkeit scheiden die zu Milliarden an einem „Tabakstock“ auftretenden Milben ihre Exkremente ab, die dann vorn an den Tabakstapeln sich anhäufen. Daher die irrige Auffassung, „der Tabak werde durch die Milbe vom Dreck geputzt“.

Es ist auch weniger bekannt, daß größere Säugetiere dem Tabak Schaden zufügen können, wie z. B. Kaninchen. Bemerkenswert ist auch, daß Rehe Schaden verursachen durch Abfressen der Köpfe, wie ich in der Uckermark feststellen konnte. Neu war auch die Beobachtung, daß Wildschweine in der Neu-mark ganze Tabakfelder zerstört haben.

Schließlich sei noch des pflanzlichen Schmarotzers — des Tabakwürgers oder Tabakteufels (*Orobancha ramosa*) gedacht, dessen Bekämpfung viel zu lässig durchgeführt wird. Die Orobanchen müssen schon im Knospenstadium (oder zuvor) abgerodet werden und dürfen unter keinen Umständen im Felde liegen bleiben. Man muß sie in einem Sack oder einer Schürze sammeln und verbrennen.

Schrifttum.

1. Kern, H., Über das Auftreten einer in Ungarn bisher nicht beobachteten Tabakkrankheit in 1926. *Angew. Botanik*, Bd. IX, S. 451, 1927.
2. Wolf, F. A. u. Foster, A. C., Tobacco wildfire. *Journal Agr. Res.*, Vol. 12, S. 449—458, 1918.
3. Stapp, C., Bakterielle Tabakkrankheiten und ihre Erreger. *Angew. Bot.*, Bd. XII, S. 241—74, 1930.
4. —, Über die experimentelle Erzeugung von Wildfeuer bei Tabak. *Angew. Bot.*, Bd. XV, S. 225—237, 1933.
5. Koenig, P., Bodendämpfung für Landwirtschaft und Gartenbaubetrieb. *Die Technik in der Landwirtschaft*, 17. Jahrg., H. 11, S. 223—225, 1936.
6. Herzberg, K., *Virus-Forschung der Gegenwartsaufgabe*. *Forschungen und Fortschritte*, Nr. 32, 1936.
- 6a. Paillot, A., Contribution à l'étude des maladies à ultra-virus des insectes. *Annales des Epiphyties et Phytogenetique*. T. II, Nr. 3, 1936.
7. Stanley, W. M., The isolation from diseased turkish tobacco plants of a crystalline protein possessing the properties of tobacco mosaic virus. *Phytopathology*, Vol. 26, S. 305—320, 1936.
8. Valleau, W. D., Localization and resistance of tobacco mosaic in *Nicotiana*. *Kentucky Exp. Stat., Bull.* 360, 1935.
9. Eckstein, O., *Arbeiten über Kalidüngung*, 1931.
10. Wimmer, G., *Ergebnisse der in den Jahren 1921—1927 in Anhalt durchgeführten Tabakversuche*. 1929.
11. Böning, K., Beiträge zur Kenntnis des parasitären Verhaltens von *Pseudomonas tabaci* Wolf et Foster, des Wildfeuererregers am Tabak. *Zeitschrift Parasitenkunde*, Abt. F, 2. Bd., S. 645—755. 1930.
12. —, Die Bekämpfung der Wildfeuerkrankheit des Tabaks vom Standpunkte der Ernährung und Düngung. *Ernährung d. Pfl.*, Bd. 27, S. 11—17. 1931.
13. Koenig, P., Die Beregnung und Berieselung von Tabakpflanzungen. In Lanninger, K. L., *Beregnungstechnik zur Sicherung der Volksernährung*. Frankfurt-Main. 1937.

Hauschwamm-Untersuchungen für die Praxis¹⁾.

Von

Dr. Crüger, Pflanzenschutzamt, Königsberg i. Pr.

Am Pflanzenschutzamt Königsberg Pr. sind in den Kalenderjahren 1928 bis 1936, Anfangs- und Endjahr einschließlich, im Auftrage der Praxis insgesamt 742 Holzproben auf Hauschwamm untersucht worden. Über diese Einsendungen und die Ergebnisse der Untersuchungen wurden jedesmal bestimmte Aufzeichnungen gemacht, aus welchen sich folgendes ergibt:

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Darmstadt.

1. Vom Jahre 1934 an kam es infolge des Reichserbhofgesetzes und der Maßnahmen zur Entschuldung der Landwirtschaft zu einem erheblichen Rückgang der Zahl der eingesandten Proben.

2. In den Sommermonaten wurden etwas mehr Proben zur Untersuchung eingeschickt als in den Wintermonaten.

3. Noch häufiger war in den Sommermonaten die Zahl der zur Untersuchung kommenden Fruchtkörper von *Merulius lacrymans*.

4. Von den aufgefundenen holzerstörenden Pilzen war *Merulius lacrymans* bei weitem der häufigste (311mal in 750 Fällen). *M. minor* und *M. sclerotiorum* kamen vereinzelt vor. *Coniophora*- und *Polyporus*-Arten waren häufig, auch noch *Lenzites*-Arten.

5. Der Laie kann vielfach nicht einmal Insektenfraß von Pilzbefall des Bauholzes unterscheiden.

6. Es wurde eine Übersicht über die an den Holzproben gefundenen Mischinfektionen verschiedener Pilzarten gegeben.

7. Fraß von Anobien und Pilzbefall schließen sich im allgemeinen aus.

Große Mengen nicht nur von Bauholz, sondern auch von anderem Nutzholz fallen in Deutschland alljährlich den holzerstörenden Pilzen zum Opfer. Die dadurch hervorgerufenen Verluste könnten wesentlich eingeschränkt werden, wenn die Beteiligten (Bauherren, Bauunternehmer, Landwirte und Bauern) besser als bisher über den Holzschutz und die dafür anzuwendenden Verfahren und Mittel unterrichtet werden würden. Es gibt zwar bereits viele gute Holzschutzmittel. Es fehlt jedoch eine übersichtliche Zusammenstellung der verschiedenen Präparate und ihrer Brauchbarkeit für bestimmte Zwecke. Bei der Prüfung dieser Mittel sollte in ähnlicher Weise vorgegangen werden, wie es der Deutsche Pflanzenschutzdienst unter Leitung der Biologischen Reichsanstalt bezüglich der Schädlingsbekämpfungsmittel an den Kulturpflanzen getan hat.

Bedeutung der Wuchsstoffe für die vegetative Vermehrung der Rebe, insbesondere für die Rebveredelung.

Von

H. Kordes¹⁾.

Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau, Neustadt a. d. Weinstraße.

Die Versuche wurden angeregt durch die Mitteilungen von Laibach-Frankfurt und seinen Mitarbeitern, denen es gelang, an krautartigen und verholzten Stecklingen verschiedener Pflanzenarten durch Behandlung mit β -Indolylessigsäure die Callus- und Adventivwurzelbildung zeitlich und zahlenmäßig in hohem Maße anzuregen und zu fördern.

Für den Weinbau kam es darauf an, einerseits die Wurzelbildung an Rebstecklingen zu verbessern und andererseits das Anwachsen der Edelreiser auf der Amerikanerunterlage bei Pfropfreben zu fördern. Die langjährige Durchschnittsausbeute bei solchen Veredelungen, von denen in der Pfalz jährlich 2—2 $\frac{1}{2}$ Millionen durchgeführt werden, beträgt kaum mehr als 30—35 % einwandfreie Pfropfreben.

Zunächst wurden Blindreben, d. h. unbewurzelte Stecklinge, 16 Stunden lang mit einer 0,0025 % starken Lösung von β -Indolylessigsäure und daneben Kontrollen in der gleichen Weise mit Leitungswasser behandelt. Sowohl die behandelten wie die unbehandelten wurden dann in gleicher Weise in mit Rheinsand gefüllte Tonkästen eingelegt, eingeschlämmt, in einem Treibhaus bei 20—24° C aufgestellt und täglich gegossen. Es zeigte sich bei den mit Heteroauxin behandelten Stecklingen aller untersuchten Rebsorten eine außergewöhnlich starke Zunahme der Wurzelbildung gegenüber den mit Wasser behandelten. Im günstigsten Falle war das Verhältnis der Zahl der gesamten Wurzeln 1960 : 443 (bei Riesling). Und nicht nur die Zahl der Wurzeln, sondern auch ihre Länge und Stärke war bei den behandelten größer als bei den Kontrollen.

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Darmstadt 1937. Weitere Angaben sind der demnächst in der Zeitschrift „Die Gartenbauwissenschaft“ erscheinenden Arbeit zu entnehmen.

Die kräftigere Wurzelbildung verzögerte zunächst die Ausbildung der Blätter, so daß die mit Wasser behandelten Stecklinge früher austrieben als die mit β -Indolylessigsäure behandelten. Dieser Unterschied in der Beblätterung hatte sich aber später bei Abbruch der Versuche fast vollständig ausgeglichen.

Bei den Versuchen mit Pfropfbreben wurden sowohl die bereits zurechtgeschnittenen Edelreiser sowie die Unterlagsreiser für 16 Stunden in eine 0,01proz. β -Indolylessigsäurelösung getaucht und die Kontrolle wieder in Leitungswasser. Darauf folgte erst die Veredelung. Die fertigen Pfropfbreben wurden in der üblichen Weise in Kisten mit feuchtem Sägemehl untergebracht, bei normaler Temperatur im Treibhaus vorgetrieben und vor dem Verschulen abgehärtet. Auch hier zeigte sich bei den Behandelten, daß die Wurzelbildung an der Unterlage außerordentlich günstig beeinflußt wird. Es kam aber auch zu einer starken Wurzelbildung am Edelreis, an der Verwachsungsstelle mit der Unterlage, die in Zukunft durch Änderung der Methodik unbedingt vermieden werden muß. Auch die vorzeitige Wurzelbildung der Unterlage in der Vortreibkiste ist ein Fehler, der jedoch behoben werden kann.

Es sei noch auf Versuche hingewiesen, die von Müller-Stoll im badischen Weinbauinstitut in Freiburg angestellt worden sind¹⁾. Durch Behandeln der Schnittflächen von Edelreis und Unterlage ließ sich der Anwachsprozentsatz von 23 % (unbehandelt) auf 34 % (durch Tauchen) und auf 49,5 % (durch Pinseln) erhöhen. Bei der 2. Versuchsserie gelang es, die Anwachsprozente von 24,5 (unbehandelt) auf 45,5 % (1 : 4 verdünnte Lösung) zu steigern.

¹⁾ Müller-Stoll, Wuchsstoffversuche mit Pfropfbreben. XVI. Jahresbericht des Bad. Weinbauinstituts Freiburg i. Br. für das Jahr 1936; erschienen 1937, S. 60.

Kleine Mitteilung.

Wechsel in der Leitung des Staatlichen Weinbauinstituts in Freiburg i. Br.

Am 31. Juli ist der bisherige Direktor des Bad. Weinbauinstituts Dr. K. Müller eines zunehmenden Hörleidens wegen in den dauernden Ruhestand getreten. Mit der Führung der Dienstgeschäfte am Weinbauinstitut wurde bis auf weiteres der bisherige Abteilungsleiter und Vertreter Dr. Müllers, Dr. Ernst Vogt, betraut.

Dr. K. Müller war vom Jahre 1908 an als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Augustenberg tätig und wurde dort zum Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz und zum Oberleiter der Reblausbekämpfung in Baden ernannt. Ende des Jahres 1920 übertrug ihm die damalige badische Regierung die Leitung des in Freiburg neu errichteten Badischen Weinbauinstituts, das er im Laufe der Jahre aus kleinen Anfängen immer weiter ausbaute und nicht nur im Inland, sondern auch über die Grenzen des Landes hinaus zu großem Ansehen brachte. In Fachkreisen ist Dr. Müller besonders bekannt geworden durch seine Schriften über die Blattfallkrankheit der Reben, durch das von ihm herausgegebene Weinbaulexikon und durch die vorzüglich geleitete Zeitschrift „Weinbau- und Kellerwirtschaft“.

Dr. Vogt studierte in Straßburg und Göttingen Botanik und Chemie und arbeitete bis zum Jahre 1925 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Reichsgesundheitsamt und an der Biologischen Reichsanstalt in Berlin-Dahlem. Er veröffentlichte eine Reihe von Arbeiten über Schädlingsbekämpfung und aus dem Gebiete der Weinchemie und der Weinbehandlung.

Besprechungen aus der Literatur.

Appel, O. Taschenatlas der Kartoffelkrankheiten. Teil II: Staudenkrankheiten. Mit 20 Farbendrucktafeln nach Originalen von August Dressel. Zweite, neubearbeitete Auflage. (Pareys Taschenatlanten Nr. 2.) Verlag von Paul Parey in Berlin SW 11, Hedemannstraße 28/29. Kartonierte RM 4,50.

Der Appelsche Kartoffelatlas Teil I und II ist allen Kreisen des Kartoffelbaus und Kartoffelhandels sowie des Pflanzenschutzes ein unentbehrliches Hilfsmittel. Nachdem der erste Teil „Knollenkrankheiten“ bereits vor Jahren seine zweite Auflage erlebt hat, folgt nun auch die 2. Auflage des Teils II, Staudenkrankheiten. Er ist in der Grundhaltung der gleiche geblieben, hat aber einige bemerkenswerte Änderungen erfahren. An Stelle der früheren Tafel 9 Blattknötchen, die praktisch bedeutungslos sind, ist als Tafel 19 die „Kartoffelmüdigkeit“ (Kartoffelnematoden) mit entsprechender Beschreibung getreten. Auch die Strichelkrankheit (jetzige Tafel 13) hat eine wesentliche Verbesserung erfahren; der zugehörige Text ist der neuesten Forschung angepaßt.

Im allgemeinen ist der Druck der Dresselschen Tafeln diesmal noch besser gelungen als bei der ersten Auflage. So ist zu hoffen, daß auch das Erscheinen der 2. Auflage der Staudenkrankheiten von den Kennern der 1. Auflage mit Freuden begrüßt wird. Schlumberger.

Becker-Dillingen, J. Handbuch der Ernährung der gärtnerischen Kulturpflanzen. 2. neubearbeitete Auflage. Paul Parey, Berlin 1937. Preis gebunden RM 19,80.

Daß nach wenigen Jahren bereits eine zweite Auflage dieses Buches notwendig war, läßt darauf schließen, daß es in der gärtnerischen Praxis Anklang gefunden hat. Die Textabbildungen sind um 59 auf 178 vermehrt, und es sind 11 Farbtafeln beigegeben. Im praktischen Teil wurde besonders die Herstellung von Torfgrünkompost und Torfkompost neu aufgenommen und eingehend dargestellt. Da der Text von einigen weniger wichtigen Abschnitten gekürzt ist, so konnte der Preis trotz der reichlicheren Bebilderung auf gleicher Höhe gehalten werden. Auch für den Botaniker dürfte dieses Buch zum Nachschlagen von Wert sein. Snell.

Brouwer, W. und Stählin, A. Bessere Nutzung des Saaletales durch Umbruch seiner Wiesen. Mit einer farbigen Karte. Verlegt bei Gustav Fischer, Jena. Preis brosch. RM 4,50.

An Hand umfangreicher Erhebungen in ihrem unmittelbaren Arbeitsgebiet, dem Saaletal zwischen Saalfeld und Naumburg, bringen die Verfasser den Nachweis, daß die Forderung des Staatssekretärs Backe, durch Wiesenumbbruch und intensivere Ackernutzung zu einer erheblichen Erhöhung der Flächenerträge zu kommen, zu Recht besteht. Den natürlichen Anbaubedingungen, dargestellt in den klimatischen, geologischen und bodenkundlichen Verhältnissen, insbesondere den Grundwasserzuständen werden die jetzige Nutzung des Saaletales gegenübergestellt und die vorliegenden Wiesentypen eingehend geschildert. Die Untersuchungen führen den Nachweis, daß Luft- und Bodenfeuchtigkeit dort für eine Wiesennutzung nicht ausreichen können und daß Acker- und Feldfutterbau mit Sicherheit das Doppelte an Nährwerten hervorzubringen imstande sind. Es ist zu wünschen, daß derartige Untersuchungen auch an anderen, ähnlich gelagerten Örtlichkeiten durchgeführt werden. Das vorliegende Heft kann dazu ein wertvoller Ratgeber sein. Eine Grünlandkarte vom Thüringer Saaletal ergänzt die Ausführungen auf das beste. Hey, Dahlem.

Colla, S. Die kontraktile Zelle der Pflanze. Protoplasmamono-graphien X. Band. Borntraeger Berlin 1937. Geb. RM 12,—.

Das Buch behandelt Morphologie, Anatomie, Mechanismus und Physiologie jener schnellen pflanzlichen Bewegungsorgane, für die etwa das Gelenk der Mimosa einen Leittyp darstellt. Die Verfasserin entwickelt in der Einleitung die Geschichte des Themas.

Für den Stoff der weiteren Abhandlung sind von Bedeutung: erstens die Anschauung vor der Zeit Pfeffers und der Gegner Pfeffers, zweitens der Kreis, der unter der „kolossalen Autorität“ Pfeffers stand, und drittens die mit modernen Methoden gewonnenen Forschungsergebnisse. Pfeffer hatte die Vorstellung, daß die kontraktilen Zellen des Bewegungsgewebes bei der Bewegung nicht allein ihre Form, sondern auch ihr Volumen ändern würden. Nach Pfeffer folgt auf den Reiz eine Verringerung des Turgors. Das überschüssige Wasser tritt in die Interzellularen aus und wird von den Zellen bei der Rückkehr in den Ruhezustand wieder aufgenommen. Die Turgorschwankung und die damit verbundene Änderung der Gewebespannung erklären die Kinetik der Bewegungsorgane mit einer recht plausiblen mechanistischen Deutung.

Die neue Forschung hält Pfeffers Deutung für falsch. Sie bestätigt mit modernen Methoden alte Anschauungen, nach denen der Bewegungsreiz keine Volumänderung, sondern nur eine Formänderung der kontraktilen Zelle auslöst. Die neue Anschauungsweise übersieht nicht die besonderen Eigenschaften pflanzlicher Bewegungsgewebe, sieht aber gemeinsame, allgemein biologische Grundzüge, die sowohl beim tierischen Muskel, wie bei den Protozoen, als auch beim pflanzlichen Bewegungsgewebe zu erkennen sein sollen.

Die Theorien zum Thema „kontraktile Zelle“ sind ein interessanter Stoff zur Geschichte der wissenschaftlichen Botanik. Mit der Frage „Verändert die Zelle bei der Kontraktion ihr Volumen oder tut sie es nicht?“ ist der ganzen Forschungsaufgabe ein präzisiertes Ziel gesetzt. Auf solche Fragen kann man eigentlich nur mit ja oder nein antworten, wenn gemessene Größen die Tatsache überzeugend darstellen, und auch nur dann ist man zu einer Antwort berechtigt. Es wäre interessant, geschichtlich zu untersuchen, wie die widersprechenden Autoren die Aufgabe gelöst zu haben glaubten.

In dem Buch wird gegen Pfeffer der Vorwurf erhoben, „daß er nichts anderes anerkennen will als seine eigenen Ideen“. Der Vorwurf mag in manchen Dingen berechtigt sein, man hat aber den Eindruck, als ob wir heute in anderer Art etwas Ähnliches erleben. Damals waren Idee und Temperament einer Persönlichkeit maßgebende Faktoren. Heute bildet sich, ohne daß man es auf bestimmte Persönlichkeiten beziehen könnte, eine botanische Zellphysiologie, die recht autoritär mit einer teils geprägten und teils auch entliehenen Terminologie umgeht, als ob die Worte ohne weiteres Tatsachen- oder Ideengehalt hätten. Da gibt es z. B. ein Gebiet, das mit dem Namen Elektrophysiologie belegt ist. Alles, was darüber geredet und geschrieben wurde, beruht auf der Erscheinung, daß zwei unpolarisierbare Elektroden, an zwei verschiedenen Stellen des Pflanzengewebes angelegt, eine Potentialdifferenz zeigen. Es kann auch sein, daß die Potentialdifferenz sich ändert, aber es gibt keinen Grund, hierbei von Ruheströmen oder Aktionsströmen zu reden. Es wäre nützlicher, der Erscheinung zunächst einmal auf den Grund zu gehen. Etwas kritischer zu behandeln wäre auch der Umgang mit dem pH-Wert und dem rH-Wert. Nach der Tabelle Nr. 15 des besprochenen Buches soll sich die Azidität der Vakuole einer kontraktilen Zelle während einer Reizreaktion verhältnismäßig stark nach sauren Werten ändern können. Das Plasma macht ähnliche Aziditätsänderungen durch. — Bei den chemischen Methoden der Makrophysiologie stellt sich immer mehr heraus, daß die Anwendung von Redoxfarbindikatoren eine recht zweifelhafte Sache ist. Man muß mindestens bei jedem Objekt nachweisen, daß die Redoxbeschwerung ausreicht, die Oxydationskräfte des Indikators aufzufangen. Aber auch wenn man diese Tatsache nicht weiß, soll man nicht in einer Tabelle klar machen, daß mit der Kontraktion die pH-Werte geringer werden, und auf der anderen Seite in der nächsten Tabelle zu erklären versuchen, daß mit der Kontraktion die Entfärbung der Redoxindikatoren Thionin, Methylenblau usw. beschleunigt würde. Solches beweist nichts anderes, als daß mit der einen oder anderen Methode etwas nicht stimmt, jedenfalls wäre dies der einzige Fall, wo mit einer verhältnismäßig starken Versauerung eines biologischen Systems die Reduktionsgeschwindigkeit steigt. Wartenberg, Dahlem.

Dacqué, E. Aus der Urgeschichte der Erde und des Lebens. Verlag R. Oldenbourg-München-Berlin, 1936; 230 Seiten Text mit 46 Abb.; Preis geb. RM 4,80.

Der aus seinen Schriften zur „magischen Weltlehre“ bekannte Verf. hat in diesem Buch Tatsachen und Gedanken zu einer naturphilosophischen Arbeit verwoben, die sich an seine früheren naturhistorisch-metaphysischen Studien anschließt und deren Inhalt in holistisch-organizistische Form gegossen wurde. Da Verf. seine Beweisführung nicht der Botanik entnimmt, kann sie hier nur insofern interessieren, als sie Tatsachen bringt und bestätigt, daß die mechanistisch-kausale Forschungsmethode als solche nicht versagt hat, ja, daß ohne sie der heutige hohe Stand der exakten Naturwissenschaften nicht zu denken wäre. Bleibt also sich mit den „Gedanken“ d. h. den wissenschaftstheoretischen Folgerungen aus diesem Tatsachenbestand auseinanderzusetzen, und daran ist der „angewandte Botaniker“ ebenso interessiert wie der Theoretiker.

Verf. geht davon aus, daß „die neuere, erkenntnis-theoretisch noch nicht hinreichend verarbeitete, merkwürdige Leugnung des Kausalgeschehens in der Physik nur ein Symptom dafür sei, daß die abendländische Wissenschaft wieder zu uralten Grundgefühlen für das Wesen der Naturvorgänge sich zurückzutasten beginne“. Er führt dann Uexküll an, der auf das vergebliche Bemühen hingewiesen habe, die Lebensgesetze auf chemische und physikalische Gesetzmäßigkeiten zurückzuführen, und fordert schließlich, „den Verstand weiter zu gebrauchen, aber die materiellen Erkenntnisse und Gewinne nicht mehr über den Menschen und sein Bestes triumphieren zu lassen, sondern eine Weltanschauung zu bauen, in der die Natur als höhere Idee hindurchleuchte“. Ref. meint, daß da Dinge zusammengefügt sind, die nichts miteinander zu tun haben; ja, die streng auseinander zu halten sind, weil ihre Verquikung zu einer hoffnungslosen Verwirrung in der Deutung des Naturgeschehens führen muß. Daß z. B. frühere Jahrhunderte in der Naturforschung mehr zur Kenntnis der Natur beigebracht hätten, als unsere materialistische Jetztzeit, kann nur sehr *cum grano salis* genommen werden. Im Gegenteil, hätten sich die Forscher der Renaissance in ihren Arbeiten streng an die naturwissenschaftliche Tatsachenforschung gehalten und nicht mit religiös-dogmatischen Rücksichten belasten müssen, dann wäre die „Bahn eher frei“ gewesen. Wir denken dabei an Cardano (Goethes Farbenlehre), an Vesalius und Serveto u. a. Einstweilen liegen, was das „Ableugnen der Kausalität“ betrifft, die Dinge doch so, daß es zwar gelingt im Makroskopischen das Kausalitätsgesetz nachzuweisen, während unterhalb gewisser Größenordnungen einstweilen „Akausalität“ angenommen wird. Das besagt aber noch nicht, daß die Kausalität des Makrokosmos durch einen akausalen Mikrokosmos, wie z. B. P. Jordan annimmt, gesteuert wird. Das Prinzip der scheinbar vollständigen Unordnung in diesen Größenbereichen ist sicher auch nur die Ausdrucksform eines Gleichgewichtszustandes, der deswegen aber noch nicht akausal genannt werden darf, weil seine Erschließung uns heute mit unseren mangelhaften und groben Methoden noch nicht möglich ist. Wenn Verf. weiterhin meint, daß unter der Herrschaft eines nur mechanistischen Denkens im Naturgeschehen nur die „ewige Öde gleichsinnigen Ablaufens“ gesehen werden konnte und es nichts neues Schöpferisches geben konnte, dann muß daran erinnert werden, daß die Forschung Tatsachen beigebracht hat, die erkennen

lassen, daß es Gesetzmäßigkeiten und Ordnungsprinzipien gibt, nach denen das Naturgeschehen in seiner ungeheuren Mannigfaltigkeit abläuft. Die Entwicklung des Mendelismus, seine Beziehungen zur Chromosomen- und Mutationstheorie beweisen z. B. immer wieder das gleichsinnige Walten einiger ganz großer Grundprinzipien im Organismus.

Aber, und das ist vielleicht das Wichtigste, was zu Dacqués Buch zu sagen wäre, es wird wieder einmal der Versuch gemacht Probleme zu lösen, für die die forschende Wissenschaft noch nicht reif ist. Wäre es nicht besser mit Goethe zu sagen: „Das schönste Glück des denkenden Menschen ist, das Erforschliche erforscht zu haben und das Unerforschliche ruhig zu verehren“, als sich bei der Erkenntnis wissenschaftlicher Unzulänglichkeit einer Resignation hinzugeben, die sich in Ausfällen über den Materialismus der Wissenschaft Luft macht? Das „ignorabimus Du Bois-Reymonds“ ist immer noch der ehrlichere Ausdruck für die Stellung eines Naturforschers zu ungelösten Problemen in der Natur als die Empfehlung unzulänglicher Rezepte zur Deutung von schwierigen Grenzfragen, für die noch keine Unterlagen vorhanden sind. Das Herausschälen eines angenommenen naturhistorischen Wirklichkeitswertes aus uralten Mythen und Sagen wäre an sich eine dankbare Aufgabe, nur muß man sich dessen bewußt sein, will man „Dichtung und Wahrheit“ auseinanderhalten, daß dabei nur die induktive, kausal-mechanistische Methode angewandt werden könnte. Das führt aber zu der eigenartigen Konsequenz, daß der moderne Mensch überhaupt nicht mehr fähig wäre, mit seinem „überspezialisierten“ Hirn die Gedankengänge solcher Urmenschen zu verstehen, weil diesen andere Sinnesorgane und Empfindungen eigen gewesen sein sollen. (Nach dem Verf. hatten die Urmenschen besondere, freier funktionsfähige Gehirnorgane, die dem Jetztzeitmenschen fehlen).

Das bisher Erforschte reicht aus, um im Leben der Organismen das schöpferische Walten eines den Kosmos beherrschenden Prinzipes zu sehen und zu verehren. Zugleich hat das bisher Erreichte aber auch bewiesen, daß die induktive mechanistisch-kausale Methode aus der Wissenschaft nicht fortzudenken ist, denn was gibt es denn höheres, als der Natur einen Vorgang abzulauschen und in der Synthese des Experiments (Phaenokopie nach Goldschmidt) die Kausalität des Geschehens zu beweisen? Man hüte sich auch davor, von mechanistischer, vitalistischer und holistischer Kausalität zu sprechen, denn ein solches Ablösen von Kausalitäten beweist nur einen gefährlichen Subjektivismus, einen Anthropomorphismus, den die Natur allerdings nicht kennt. Wir könnten dabei allzuleicht zu einer „opportunistischen Kausalität“ kommen, deren Wirken in der Naturwissenschaft allerdings auch das Ende der Forschung bedeuten würde. Bewundernswert bleibt an dem Buch von Dacqué, wie Verf. es verstanden hat, das Naturgeschehen vergangener Erdperioden darzustellen und zu einem eindrucksvollen Bilde einer schöpferischen den Kosmos durchdringenden Idee auszugestalten.

Kausche, Berlin-Dahlem.

Deutscher Garten. Wann, wo, wie säen und pflanzen. Ratschläge für den Obst-, Gemüse- und Blumengarten. 11. Auflage.

Heine, C. Der Lorette-Schnitt. Der Grünschnitt an den Formobstäumen unserer Kleingärten. 2. Auflage.

Heine, E. Boden, Wasser, Düngung. Was der Gartenliebhaber, Siedler und Kleingärtner darüber wissen muß. 2. Auflage.

Kronberg, O. Obstbau für Fortgeschrittene. Sommer- und Winterschnitt, Ernte und Wirtschaftlichkeit. 2. Auflage.

Poenicke, W. Erfolgreiches Veredeln. Eine Zusammenstellung guter, gebräuchlicher Veredlungsarten. 2. Auflage.

Alle 5 Hefte sind von ersten Fachleuten geschrieben. Sie sind nicht nur für den Gartenfreund, sondern gegebenenfalls auch für den angewandten Botaniker als Ratgeber für die Versuchsanstellung von praktischem Wert. Preis je 85 Pfg. Gartenbauverlag Trowitzsch & Sohn, Frankfurt a. O. und Berlin.

Snell.

Fritzsche, C. Deutsche Sojabohnen. Praktische Erfahrungen über Anbau und Verwertung. 37 Seiten, mit 21 Abbildungen und Zeichnungen. Gartenbauverlag Trowitzsch & Sohn, Frankfurt a. O. 1937. Preis geheftet RM 0,85.

Das Büchlein, das vierte innerhalb kurzer Zeit über Sojabohnenanbau in Deutschland, ist gut gemeint, aber ziemlich unbekümmert um seine Vorläufer verfaßt. Einleitend enthält es für den Kleingärtner und Gartenliebhaber befolgbare Ratschläge. Für die landwirtschaftliche Praxis aber, also für den Großanbau, kommt es weniger in Betracht, denn hierfür muß vieles von den Ausführungen des Verfassers abgelehnt werden. Nur einiges sei herausgegriffen. Die Erzeugung von Saatgut durch den Anbauer zu empfehlen, ist grundsätzlich verkehrt, da das den Züchtern überlassen bleiben sollte. Auch sollten nur die bisher vom Reichsnährstand zugelassenen Sojabohnensorten angebaut werden. Die Soja als Silopflanze oder zur Heugewinnung anzupreisen, ist verfrüht, es fehlt dafür noch an den raschwüchsigen und Massen liefernden geeigneten Sorten. Das Saatgut dafür müßten wir aus dem Auslande beziehen und das soll ja gerade durch den heimischen Sojaanbau vermieden werden. Eine Anbaumischung von Mais, Sonnenblumen und Soja, wie angeraten, kommt daher nicht in Frage. Die Gründe hier anzugeben, weswegen dies abgelehnt werden muß, würde zu weit führen. Daß Dibbelsaat (Verfasser spricht von „Stufensaat“, wobei mehrere Körner auf eine Pflanzenstelle zu liegen kommen), weil zu dicht stehend, die Reife verzögern soll, trifft nicht zu, im Gegenteil beschleunigt der dichtere Stand das Reifwerden, wenn auch der Ertrag etwas gedrückt wird. Die Phosphorsäure soll nach dem Verfasser „wie bekannt“ mindestens 4 Wochen vor dem Kali gegeben werden; das Umgekehrte ist vielmehr richtig. Als Saatzeit wird Anfang bis Ende April angegeben. In Deutschland — von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen — sollte indessen langjährigen Erfahrungen zufolge nicht vor Mitte April mit der Saat begonnen werden, da der Boden sich genügend erwärmt haben muß, damit die Bohnen nicht zu lange im Boden liegen und bei einer Temperatur von etwa 8—9° C einigermaßen flott keimen.

Weiterhin ist zu der vorliegenden Schrift kritisch zu bemerken, daß sich Sojabohnen nicht „bestocken“, sondern sich verzweigen; auch haben sie keine „Schoten“, sondern als Hülsenfrüchte eben Hülsen. Die Angaben über den inneren Wert und den Futterwert der Sojabohnen dürften im allgemeinen zutreffen, nicht aber die Angaben über die Preise und über diejenige Stelle, welche sich mit dem Sojaanbau befaßt. Dies ist die Maisanbaugesellschaft, Abteilung Sojakultur, Berlin W 35, Am Karlsbad Nr. 20, die in engster Verbindung mit den

maßgeblichen Stellen des Reichsnährstandes zusammenarbeitet. Dort erfährt man auch, welche Sorten sich bisher bewährt haben und vom Reichsnährstand zugelassen sind; ferner erhält man von dort bewährte Anleitungen über feldmäßigen Anbau. Völlig unangebracht, weil noch vollkommen unerprobt und wahrscheinlich auch (wie seine vielen utopischen Vorläufer!) für die Praxis nicht brauchbar ist der — wenn auch mit Vorbehalt gegebene — Hinweis auf die „neuerdings Aufsehen erregende Elektro-Flora (Schnellkeim- und Wuchseinrichtung)“. Wenn wir solche Hilfsmittel notwendig hätten, um die Sojakultur einzuführen, dann wäre es schlecht darum bestellt.

Sessous, Gießen.

Geuder, Jörg. Gartenfreude. Gartenbauverlag Trowitzsch & Sohn, Frankfurt a. O. und Berlin SW 11, 1936. Preis RM 2,50.

Dieses Büchlein im Taschenformat mit 74 reizenden Abbildungen ist wirklich eine Freude zu lesen. Unter dem Untertitel „Erlebtes und Erlerntes“ stellt es eine Auswahl aus den schriftstellerischen Arbeiten Jörg Geuders dar, die in herzerfreuender Weise dem Leser viel Wissenswertes von den Blumen und Nutzpflanzen des Gartens und ihrer Pflege vermitteln. Wie Geuder von seinen Lieblingen, den Rosen, spricht, die er als des Gartens Zier bezeichnet, von den entzückenden Edelweissen, den Lilien, Gladiolen und Asters, von den Obstbäumen und -sträuchern, vom Säen und Pflanzen, das muß man lesen, und man wird nicht nur seine helle Freude, sondern auch reichen Gewinn an Erfahrung davon haben. Für den Gartenfreund wüßte ich kein schöneres Geschenk als dieses kleine Buch.

Snell.

Maß-Lübeck, Harry. Wasserbecken für kleine und große Gärten. Wissenswertes vom Bau und der Bepflanzung. Gartenbauverlag Trowitzsch & Sohn, Frankfurt (Oder). 2. Aufl. Preis RM 3.50.

Obwohl für den Gartenfreund geschrieben, ist dieses Buch doch auch für den Botaniker, der sich mit Wasserpflanzen beschäftigen will und dazu ein Wasserbecken anlegen muß, ein ausgezeichnetes Ratgeber. Wasserbecken in allen Größen und Formen, von den einfachsten und billigsten bis zu den vollendetsten und teuersten werden hier in ihrer Anlage geschildert. Auch die Ausbesserung solcher Becken wird angegeben. Der Abschnitt über die Bepflanzung der Becken mit Wasser-, Sumpf- und Randpflanzen ist von C. R. Jelitto, dem 1. Oberinspektor des Dahlemer Botanischen Gartens bearbeitet.

Snell.

Taschenbuch der in Deutschland geschützten Pflanzen, nach der Naturschutzverordnung vom 18. III. 1936. Herausgegeben von der Reichsstelle für Naturschutz, Berlin. W. Schoenichen, Hueck und Effenberger. H. Bermühler-Verlag, Berlin 1937, 152 S. Text mit 72 vielfarbigen Kunstdrucktafeln nach Farbzeichnungen von E. Schröder-Berlin. Preis geb. RM 7,50.

Das Büchlein soll nach den Worten von W. Schoenichen „die Kenntnis der geschützten Pflanzen in alle Kreise des Volkes tragen und besonders denjenigen Personen vermittelt werden, die für die praktische Ausübung des Schutzes in Betracht kommen“. Dieses Ziel ist dadurch erreicht worden, daß jeweils der Farbtafel einer geschützten Pflanze eine einfache und klare Beschreibung beigegeben wurde, in der die volkstümlichen Namen, z. T. ihre Ableitung, die Verbreitung

der Pflanze, Standorte und die Art ihrer „Gefährdung“ angeführt werden. Man erfährt außerdem die gesetzlichen Bestimmungen über den Schutz wildwachsender Pflanzen in einem Auszug aus dem Reichsnaturschutzgesetz und die Verordnung zum Schutze der wildwachsenden Pflanzen. Danach ist unterschieden in: 1. vollkommen geschützte Pflanzenarten (angef. etwa 39); 2. Pflanzen deren unterirdische Organe oder deren Rosetten vollkommen geschützt sind (angef. 18); und 3. Pflanzen, die nicht gewerblich gesammelt oder gehandelt werden dürfen (angef. 29). Aus der Art der Sache mußten wohl die Abschnitte über die Gefährdung der Pflanzen etwas trivial werden, denn da sich das Gesetz ja nur gegen die Menschen als „Gefährder“ wendet, kann die Gefährdung, wenn auch in immer wieder etwas gewandelter Form, nur von ihm ausgehen. So sind denn in diese Bemerkungen Feststellungen hineingeraten, die eigentlich unter „Standorte“ oder „Verbreitung und allgemeine Beschreibung“ besser gepaßt hätten. Um nun einige Namen von geschützten Pflanzen noch zu nennen: Straußfarne, Hirschzunge, Türkenbund, die einheimischen Orchideen, die Pulsatillen, die Gentianaarten und der Seidelbast. Die Wurzelstöcke, Knollen, Zwiebeln und Rosetten sind bei folgenden Arten vollkommen geschützt: wilde Hyazinthen, alle Steinbrecharten und die heimischen Primeln; nicht gewerblich gehandelt werden dürfen außerdem: Bärlappe, Eiben (!), Irisarten, alle Orchideen, alle Droseraarten, die Alpenrhododendren und alle einheimischen Eisenhutarten. Das Büchlein hat ein handliches Format und ist nach Inhalt und Bildmaterial durchaus geeignet den Naturschutz zur Sache weitester Bevölkerungskreise werden zu lassen: freilich müssen daran auch die berufenen Stellen (Lehrerkreise, Landwirtschaftsschulen, Jugendheime und Wander- und Touristenvereine) nach Kräften mitarbeiten. Leider dürfte der Preis von 7,50 RM einer weiten Verbreitung gerade in diesen Kreisen hinderlich sein.

Kausche, Berlin-Dahlem.

Änderungen im Mitgliederverzeichnis.

Brehmer, Dr. W. von, Regierungsrat, Langeoog, Pens. Hoffrogge.
Harms, Prof. Dr. Hermann, Berlin-Steglitz, Holsteinische Str. 2III.

Krieger, Karl, Dipl.-Landwirt, Schöndorf bei Weimar.

Merkel, Dr. L., Dipl.-Landwirt, Altona-Othmarschen, Gieseestr. 36.

Pielen, Ludwig, Dipl.-Landwirt, Assistent am Institut für Pflanzenbau, Gießen, Kaiser-Allee 26.

Rosenbaum, Hans, Dipl.-Landwirt, Staatl. Hauptstelle für Pflanzenschutz, Dresden A 16, Stübel-Allee 2.

Rost, Dr. Hans, Dessau, Nordd. Hefe-A.G., Elisabethstr. 12, Labor für Hefeforschung.

Stande, Gertrud, Lübeck, Museum am Dom.

Personalmeldungen.

Der Führer und Reichskanzler hat unserem Ehrenpräsidenten Herrn Geheimen Reg.-Rat Professor Dr. Dr. h. c. O. Appel die Genehmigung zur Annahme des ihm vom König der Hellenen verliehenen „Großkomturkreuzes des Königlich Griechischen Phönixordens“ erteilt.

Am 12. IX. 1937 ist unser Mitglied Dr. Sattler, der Phytopathologe der Gebr. Dippe Aktiengesellschaft in Quedlinburg, nach kurzem Leiden gestorben.

„Intrazelluläre Stäbe“ bei viruskranken Solanaceen und Cucurbitaceen.

Von

Dr. Johannes Bärner, Berlin-Dahlem.

Mit 7 Abbildungen.

Das Problem der „intrazellulären Stäbe“ (Zellstäbe), wie sie an reisigkranken Reben und in anderen ausdauernden Pflanzen gefunden wurden, hat durch die Arbeit Schneiders, „Über die Zellstäbe und ihre phytopathologische Bedeutung“ (1) eine wesentliche und bedeutungsvolle Erweiterung erfahren. Er entdeckte als erster bei viruskranken Kartoffelstauden diese Zellstabbildungen und berichtet über das häufige Vorkommen von Zellstäben bei buket-, blattroll-, strichel- und mosaikkranken Kartoffelpflanzen und über vereinzelteres Auftreten dieser anormalen Zellwandbildungen bei „gesund erscheinenden“ Stauden, wobei die Möglichkeit in Betracht gezogen wird, daß es sich bei diesen Freilandpflanzen ebenfalls um viruskranke Kartoffeln gehandelt haben kann. Damit ist die Frage aufgeworfen, ob die Zellstabbildungen ein typisches Merkmal oder sogar ein Frühsymptom für Kartoffelvirose darstellen.

Nach Jöhnssen (2) müssen bei der Reisigkrankheit der Rebe die Zellstäbe bereits vorhanden sein, bevor die übrigen Merkmale in Erscheinung treten. Diese Beobachtung deckt sich mit der Mitteilung von Mameli (3). Auch er fand die Zellstäbe in *Vitis vinifera*-Pflanzen, die äußerlich noch nicht die Symptome der Reisigkrankheit zeigten. Petri (4 u. 5) deutet die intrazellulären Stäbe als untrügliches inneres Anzeichen für eine Krankheitsentwicklung und bringt die Zellstäbe in Zusammenhang mit den „X-bodies“ bei viruskranken Pflanzen. Bode (6) sieht in der Zellstabbildung eine Störung im Zellgeschehen der meristematischen Gewebe („anormale Entartung des Kern- und Zellteilungsvorganges“), ob es sich dabei um ein typisches Merkmal bestimmter Krankheiten handelt oder nur allgemeine Erschöpfungserscheinungen des Organismus vorliegen, bleibt offen.

In Nachfolgendem soll lediglich geklärt werden, in welcher Beziehung die Zellstabbildung zu den Virussympptomen steht. Um einen besseren Überblick zu bekommen, wurden die Untersuchungen auf andere Solanaceen (*Datura stramonium*, *Nicotiana tabacum* und *Solanum nigrum*) sowie auf einige Cucurbitaceen (*Cucurbita pepo*, *Cucumis melo* und *C. sativus*) ausgedehnt. Zur Kontrolle dienten gesunde Kartoffelpflanzen. Für die anatomischen Untersuchungen kam frisches und fixiertes Material zur Verwendung. Ersteres wurde entweder mit der Hand oder, wenn es möglich war, ohne vorherige Einbettung vorsichtig mit dem Schlittenmikrotom geschnitten. Die Dicke der so gewonnenen Querschnitte lag zwischen 60 und 100 μ . Für die Paraffineinbettungen von fixiertem Material erwies sich für die Beobachtung eine Schnittdicke von 20—26 μ als vorteilhaft. Eine 120fache Vergrößerung war für das Auffinden der Stäbe besonders in den Tracheen ausreichend. Form und Struktur der intrazellularen Stäbe wurde bei 500facher Vergrößerung festgelegt. Am häufigsten fanden sich die Zellstäbe in den Gewebepartien der Stengelbasis. Untersuchungen des ganzen Stengels ergaben in Übereinstimmung mit den Feststellungen von Müller (7), daß die Stabbildung von der Stengelbasis aus nach der Sproßspitze zu stets abnimmt. Ferner wurden auch Wurzel und Blattstiel in die Untersuchung einbezogen. Für eine Beobachtung an frischem Material war eine kurze Vorbehandlung der Schnitte mit heißer, 50%iger Chloralhydratlösung am geeignetsten, da die Zellen, besonders aus den Geweben der Stengelbasis von älteren Pflanzen, gewöhnlich große Stärkemengen enthielten. Von einer besonderen Färbung konnte abgesehen werden, denn die intrazellularen Stäbe traten in allen Präparaten deutlich hervor.

Die bei der Kartoffel, beim Tabak, bei der Gurke, Melone und beim Kürbis gefundenen Zellstäbe glichen in Struktur, Form und Lichtbrechungsvermögen einander vollkommen (Abb. 1 u. 2). Ihr Verhalten im polarisierten Licht und gegen Lignin- oder Zellulosereaktionen war ebenfalls übereinstimmend. Bei den Cucurbitaceen wurden im allgemeinen die Stabbildungen seltener gefunden als bei den Solanaceen. Dies dürfte mit dem abweichenden Bau der Cucurbitaceen-Tracheen zusammenhängen, die ein wesentlich größeres Lumen erreichen können. Meist wurden je Querschnitt nur wenige Stäbe gefunden, die jedoch eine außerordentliche Länge erreichen konnten und nicht allzu selten die Gewebe vom Kambium

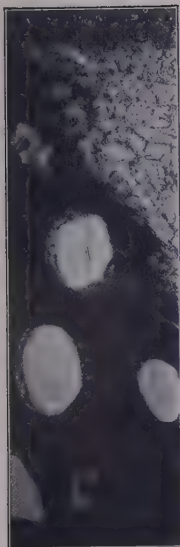


Abb. 1. *Cucumis sativus*.
Symptomfrei. 100 : 1.

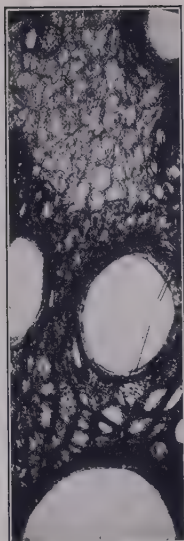


Abb. 2. *Cucumis melo*.
Gurkenmosaik. 100 : 1.

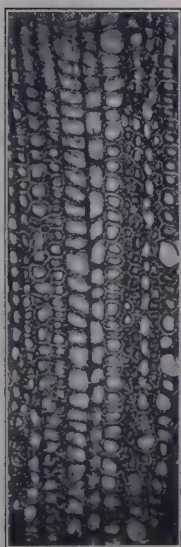


Abb. 3.
Nicotiana tabacum White burley. Symptomfrei.
100 : 1.

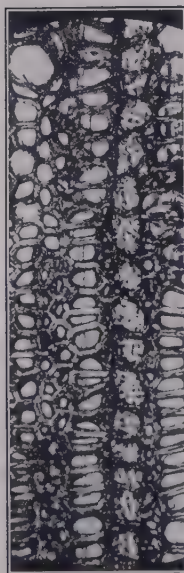


Abb. 4.
150 : 1.

bis zum Mark durchliefen (Abb. 3). Zusammenhängende Zellstabreihen ließen sich durch 37 Zellen hindurch verfolgen. Oft erschienen diese langen Zellstabreihen unterbrochen (Abb. 4). In diesem Fall lagen die einzelnen Glieder der Stabreihe nicht waagrecht und konnten daher von der Ebene des Schnittes nicht gleichmäßig erfaßt werden. Die typischen Knickungen, wie sie Schneiders (1) bei *Ampelopsis quinquefolia* darstellt, wurden ebenfalls bei den vorher genannten Solanaceen (Abb. 5 u. 6) häufig angetroffen. Die Richtung, in der die Zellstäbe die Tracheen im Querschnitt durchzogen, war deutlich radial. Nur selten ließen sich auffällige Abweichungen von dieser Lage beobachten. Entweder läuft der Stab durch das ganze Lumen der Zelle oder ragt in dieses mehr oder weniger hinein. Nachträgliche Zerreißen der Zellstäbe beim Schneiden konnten gut von den Stabanfängen durch ihre kuppenförmig abgerundeten oder zugespitzten Enden unterschieden werden (Abb. 4 u. 7). Die Breite der Stäbe war sehr wechselnd. Es wurden Zellstäbe beobachtet, die im Querschnittsbild bis über die Hälfte des Tracheenlumens ausfüllten. Die größte Breite lag bei 16 μ . Ferner gelang es, Tracheen aufzufinden, die von zwei oder drei Stäben im Querschnittsbild durchzogen wurden.

Für die Untersuchungen war es zunächst unerläßlich, einwandfrei gesundes Material als Kontrolle zur Verfügung zu haben. Um virusfreie Kartoffelstauden zu erhalten, wurde die von Köhler (8) ausgearbeitete und als „Stecklingsprobe“ bezeichnete Methode angewendet. Aus den Hochzuchten der Sorte „Erdgold“ ließen sich auf diese Weise eine Anzahl einwandfrei gesunder Pflanzen auswählen. Die so gewonnenen, völlig virusfreien Kartoffelpflanzen wurden unter gleichen Bedingungen und vor Insekten geschützt im Gewächshaus herangezogen. Als die Pflanzen ein Alter von drei Monaten erreicht hatten, begann die mikroskopische Untersuchung. Die gesunden Kartoffelpflanzen waren ausnahmslos frei von intrazellularen Stäben. Nach diesen günstigen Ergebnissen wurden mosaikkranken Kartoffelstauden, besonders aus der X-Gruppe (Köhler [8]) untersucht. Die Pflanzen waren unter gleichen Bedingungen wie die gesunden im Gewächshaus gewachsen. Nur 50% dieser Kartoffeln zeigten intrazelluläre Stäbe, während die anderen frei von Zellstäben waren. Besonders sei hervorgehoben, daß bei einigen Pflanzen, die sehr deutliche Mosaiksymptome mit schweren Nekrosen zeigten, keine Stäbe entdeckt

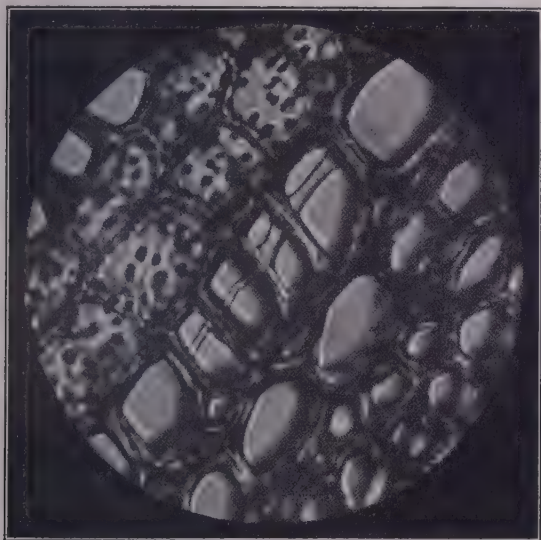


Abb. 5. *Nicotiana tabacum* White burley. X-Virus 500 : 1.



Abb. 6.

Nicotiana tabacum White burley.

X-Virus 500 : 1.

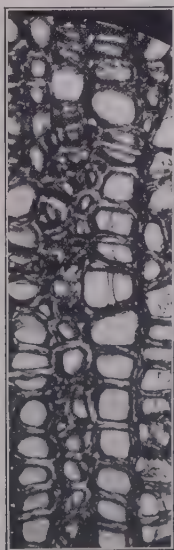


Abb. 7.

Symptomfrei 200 : 1.

werden konnten. Die Untersuchungen an viruskranken Kartoffelstauden vom Dahlemer Versuchsfeld ergaben Folgendes. Strichelkranke Stauden enthielten sämtlich intrazelluläre Stäbe, ebenso die Pflanzen, die das Strichelvirus in Kombination mit dem Blattrollvirus zeigten. Einige Kartoffelstauden mit Mischinfektionen aus Strichel- und Mosaikvirus sowie Strichelvirus mit ausgeprägten Blattkräuselungen waren frei von Zellstäben. Von den an Blattrollvirus erkrankten Pflanzen besaßen nur 75 % die stäbchenartigen Zellwandwucherungen. Hier ist jedoch die Einschränkung zu machen, daß der Nachweis nicht erbracht werden konnte, ob sämtliche Pflanzen vom echten Blattrollvirus infiziert waren. Vergleichende Zellstabuntersuchungen an Hochzuchten und Nachbaukartoffeln ließen keine Unterschiede erkennen. Sowohl viruskranke Stauden, von Originalsaatgut stammend, wie auch solche des ersten und zweiten Nachbaus zeigten Stäbe in den Tracheen.

Wie bereits berichtet (9) sind auch in Tabakpflanzen die intrazellulären Stäbe gefunden worden. Die Untersuchungen wurden an den Tabaksorten „Samsun“ und „White burley“ fortgesetzt. Zur Verfügung standen Gewächshauspflanzen, die künstlich mit Mosaikviren der X- und Y-Gruppe sowie mit Gurkenmosaik infiziert waren und symptomfreies, aus Samen angezogenes Material. Über die Ergebnisse der mikroskopischen Prüfung von mosaikkranken Tabakpflanzen gibt die Tabelle Auskunft, die eine Auswahl der untersuchten Tabakstengel enthält. Die Pflanzen sind nach der Stärke der in Erscheinung getretenen Symptome aufgeführt. Nr. 7, 8, 10, 12 und 13 enthalten die intrazellulären Stäbe, ohne daß äußerliche Symptome sich gezeigt hatten. Durch diese Beispiele könnte es den Anschein erwecken, als ob den Zellstäben die Bedeutung eines Frühsymptoms zukommt. Diese Anschauung wird jedoch durch die Tabakpflanzen, die trotz ihrer sehr deutlich in Erscheinung getretenen Symptome zellstabfrei sind, völlig widerlegt. Das Vorhandensein der Zellstäbe und die Häufigkeit ihres Vorkommens stehen demnach mit der Stärke der Virussympptome in keinerlei Zusammenhang. Diese Erkenntnis wird weiterhin durch die Untersuchungsbefunde an symptomfreien Tabakpflanzen vertieft, von denen 25 % intrazelluläre Stäbe aufwiesen. In einer dieser Pflanzen waren von 28 Querschnitten nur 7 frei von Zellstäben. Weitere Untersuchungen innerhalb der Solanaceen an *Datura stramonium* und *Solanum nigrum*, die stark mosaikkrank waren, verliefen negativ.

Tabelle.

Nicotiana tabacum.

Viruskrankheiten.

Lfd. Nr.	Sorte	Art der Infektion	Zur Zeit der Untersuchung		Zell- stäbe
			Alter in Mon.	Symptome	
1	Samsun	Y-Stamm	2	Aufhellung der Blattnerven	—
2	"	"	2	" " "	—
3	"	"	2	" " "	—
4	"	"	2	" " "	—
5	"	"	2	" " "	+
6	Samsun	sehr schwacher X-Stamm	2	ohne Symptome	—
7	"	" " "	2	" "	+
8	"	" " "	2	" "	+
9	"	" " "	2	" "	—
10	"	" " "	2	" "	+
11	"	schwacher X-Stamm	1	" "	—
12	"	" "	1	" "	+
13	"	mittelstarker X-Stamm	1	" "	+
14	"	sehr schwacher X-Stamm	1	schwache Symptome	—
15	"	mittelstarker X-Stamm	1	" "	—
16	Samsun	Gurkenmosaik	1	deutliche Symptome	—
17	"	"	1	" "	—
18	"	"	1	" "	+
19	Samsun	starker X-Stamm	1	sehr deutliche Symptome (Nekrosen)	—
20	"	" "	1	desgl.	—
21	"	" "	1	"	+
22	"	" "	1	"	+
23	"	" "	1	"	+
24	"	" "	1	"	—
25	"	" "	1	"	—
26	White burley	" "	1	"	+
27	Samsun	" "	1	"	—
28	"	" "	1	"	+
29	"	" "	1	"	++
30	"	" "	1	"	+
31	"	" "	1	"	—
32	"	" "	1	"	+

Von Cucurbitaceen stand zahlreiche Material von *Cucumis sativus*-Pflanzen, die im Mistbeet angezogen waren und gegen Mitte der Vegetationszeit ein ausgeprägtes Gurkenmosaik zeigten, zur Verfügung. Nur bei etwa 30 % der untersuchten Pflanzen ließen sich in geringem Maße Zellstäbe feststellen, andererseits verliefen bei symptomfreien Gurkenpflanzen die mikroskopischen Untersuchungen auf Zellstäbe zu einem geringen Prozentsatz positiv. Ähnliche Beobachtungen wurden an *Cucumis melo*-Pflanzen gemacht. Von den kranken Melonen enthielten nur 20 % die Zellstäbe. Die Pflanzen ohne Symptome waren mit wenigen Ausnahmen frei von Zellstäben.

Betrachtet man zusammenfassend die Ergebnisse, so dürfte es außer Zweifel stehen, daß den intrazellularen Stäben eine Bedeutung als Frühsymptom für die Erkennung von viruskranken Kartoffel-, Tabak-, Gurken- und Melonenpflanzen nicht zukommt. Die Hoffnung, in den Zellstabbildungen ein Mittel zu besitzen, frühzeitig viruskranke Pflanzen, ehe sie irgendwelche Symptome zeigen, als viruskrank zu erkennen, hat sich nicht erfüllt. Bei der Untersuchung von Pflanzen verschiedenen Alters (6 Wochen bis zu 4½ Monaten) ließen sich Analogien zwischen Alter und Zellstabentstehung nicht feststellen. Schneiders (1) sagt mit Recht: „Der Nachweis, daß eine Pflanze absolut frei von Zellstäben ist, kann praktisch nicht erbracht werden“, denn es dürfte in den seltensten Fällen gelingen, eine Pflanze ohne Verlust an Gewebeteilen anatomisch vollständig zu untersuchen. Es besteht daher die Möglichkeit, daß einige der als zellstabfrei erkannten Pflanzen doch ab und zu einen Zellstab enthalten haben. Das ist jedoch für die Betrachtung unwichtig. Ausschlaggebend sind vielmehr die Ergebnisse, wie sie mit den Pflanzen erzielt wurden, die trotz ausgeprägtester Virussymptome bei den unter gleichen Bedingungen angestellten Untersuchungen keine Zellstäbe zeigten, während Pflanzen ohne äußerlich sichtbare Symptome die intrazellularen Stäbe in größerer Menge enthielten.

Herrn Regierungsrat Dr. Köhler möchte ich für das zur Verfügung gestellte Material meinen Dank aussprechen.

Schrifttum.

1. Schneiders, E. Über die Zellstäbe und ihre phytopathologische Bedeutung. Die Gartenbauwissenschaft, **11**, 1937, 237—250.
2. Jöhnnsen, A. Über die Reisigkrankheit der Rebe. Der Deutsche Weinbau 1933, 238—240.
3. Mameli, E. Sulla presenza dei cordoni endocellulari nei tessuti della vite e di altre dicotiledoni. Atti ist. Bot. Pavia, **16**, 1916, 47—65.
4. Petri, L. Ricerche sul le cause dei deperimenti delle viti in Sicilia. Contributo alle studio dell' azione degli abbassamenti di temperatura sulle viti in rapporto all' arriccimento. Mem. della R. Staz. di Pat. Veget. Tip. Naz. d. G. Bertero und Co. Roma 1912, 212.
5. —. Sulle cause dell' arriccimento della vite. Boll. R. Staz. Pat. Veget. 1929, 101—130.
6. Bode, H. R. Über die Entwicklungsgeschichte der intracellulären Stäbe im Cambium. Ein Beitrag zum Problem der Reisigkrankheit des Weinstocks. Die Gartenbauwissenschaft, **11**, 1937, 272—288.
7. Müller, K. XVI. Jahresbericht des Badischen Weinbauinstituts in Freiburg i. Br. Staatliche Versuchs- u. Forschungsanstalt für Weinbau u. Weinbehandlung für das Jahr 1936. Badisches Weinbauinstitut, Freiburg i. Br. 1937.
8. Köhler, E. Der Virusnachweis an Kartoffeln. Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, **53**, 1936, 1—9. 37 Abb.
9. Bärner, J. „Intrazelluläre Stäbe“ bei viruskranken Tabak- und Kartoffelpflanzen. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst, **4**, 1937, 33—34.

Neuere Ergebnisse der Fusikladium-Forschung¹⁾.

Von

Dr. K. Kütke.

Außenstelle für Pflanzenschutz in Heppenheim a. d. B.

Mit 2 Abbildungen.

Um die Jahrhundertwende veröffentlichte Aderhold seine grundlegenden Erkenntnisse über die Fusikladien unserer Obstbäume. Auf ihn wird auch heute immer wieder von deutschen und ausländischen Forschern zurückgegriffen. Er brachte die Verbindung zwischen der saprophytischen Phase als *Venturia* und der parasitischen als *Fusikladium*. Schon Aderhold erkannte die Zusammenhänge zwischen den klimatischen Bedingungen und dem Auftreten der Fusikladienseuche auf den Obstbäumen.

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Darmstadt am 7. Juli 1937.

Gerade in den letzten Jahren wurde an verschiedenen Stellen die Bearbeitung der Fusikladien wieder neu aufgenommen. Neben ausländischen Autoren, insbesondere Amerikanern, war es zunächst der Schweizer Wiesmann, der zu einer Klärung der Infektionsbedingungen hinstrebte. Dann erschienen neben kleineren Veröffentlichungen die Arbeiten aus Müncheberg, Geisenheim von Rudloff-Schmidt-Herbst, aus Berlin von Winkelmann-Holz und aus Landsberg a. W. Es trat hierbei eine Trennung in der Arbeitsrichtung zutage. Die Müncheberg-Geisenheimer Arbeiten gingen von dem Bestreben der Züchtung schorf widerstandsfähiger Apfelsorten aus; sie beschäftigten sich in erster Linie mit der Biotypenfrage. Die Berliner wollten die Bekämpfungsmethode verbessern; sie arbeiteten fast ausschließlich über die Infektionen im Freien unter absichtlicher Vernachlässigung der Biotypenprobleme. In Landsberg a. W. wollte man ebenfalls eine Verbesserung der Bekämpfungserfolge erzielen und gleichzeitig eine Methode finden, wie die Prüfung neuer Bekämpfungsmittel vereinfacht werden könnte. Hierbei stieß ich auf die Biotypenfrage und die Infektionsmöglichkeiten. Zunächst sollen die Biotypenprobleme erörtert, anschließend über den heutigen Stand der Bekämpfung berichtet werden.

Wiesmann, der in Europa als erster eine Aufspaltung des Apfel- und Birnschorfes an Hand von Einsporkulturen feststellte, glaubte zunächst, daß es sich um sortengebundene Rassen handele. Doch leider konnte diese Auffassung auf Grund der Erfahrungen von Müncheberg und Landsberg a. W. nicht aufrechterhalten werden.

Gewinnt man nämlich von einem Baume mehrere Einsporkulturen, so sind diese morphologisch, physiologisch und, soweit untersucht, auch in ihrer Pathogenität verschieden. Nur wenige Stämme stimmen überein. Ja sogar bei Kulturen von einem Blatt, selbst aus einem Schorfflecken lassen sich Unterschiede feststellen. Zur Untersuchung wurden zunächst die Einsporkulturen in Reagenzröhrchen herangezogen, dann die Vergleichsstämme auf Petrischalen gebracht, und in gleichen Abständen auf ihr Verhalten auf und in verschiedenen Nährböden, bei verschiedener Temperatur und zum Teil auch in bezug auf ihre Pathogenität verglichen. Neben die Untersuchung des allgemeinen äußeren Aussehens, der Farbe und der Größe der Kultur (man sieht Formen mit rundem Rand und solche mit Buchten; neben einheitliche Farben treten Zonen, neben olivgrünes Myzel fast rein weiße

Farben; schließlich sind Stämme vorhanden, die zwischen dem Luftmyzel Flüssigkeitströpfchen ausbilden) traten zahlreiche Messungen der Konidien und Untersuchungen über die Myzelstruktur.

Es lag der Verdacht nahe, daß alle diese Erscheinungen nur vorübergehende zufällige Abänderungen sind, die lediglich bei der künstlichen Kultur auftreten. Es wurden daher in Müncheberg und Landsberg a. W. eine große Zahl künstlicher Infektionen mit Einsporkulturen durchgeführt. Sie ergaben, daß auch die Stämme in ihrer Pathogenität verschieden sind. Zur Durchführung dieser Infektionsversuche mußte zunächst das infektionstüchtige Konidienmaterial herangezogen werden und gleichzeitig junge leicht infizierbare Blätter. Die Infektion selbst wurde entweder für jede einzelne Pflanze unter Glasglocken oder in größeren feuchten Kammern im Gewächshaus vorgenommen. Eine Probe aus dem Ergebnis solcher Infektionsversuche zeigt Abb. 1. Man sieht den

<i>Ed</i>		<i>Go</i>		<i>Bo</i>		<i>Or</i>	
<i>be.</i>	<i>un.</i>	<i>be.</i>	<i>un.</i>	<i>be.</i>	<i>un.</i>	<i>be.</i>	<i>un.</i>
17	13	0	28	2	25	2	26
4	21	22	6	0	19	0	20
9	31	24	5	20	13	17	10

Abb. 1. Auswirkung künstlicher Infektionen dreier Einsporstämme an Bäumchen im Gewächshaus.

Ed = gelber Edelapfel, Go = Goldparmäne, Bo = Boskop, Or = Cox-Orange.

Die Zahlen geben die *be.* = befallenen,

un. = unbefallenen Bäumchen innerhalb mehrerer Wiederholungen an.

Infektionserfolg dreier Stämme, die mehrmals auf die Sorten Edelapfel, Goldparmäne, Boskop und Cox-Orange gebracht wurden. Der erste Stamm befällt in erster Linie den Edelapfel, indem er von 30 Bäumchen 17 infiziert hat, Goldparmäne überhaupt nicht, Boskop und Cox-Orange nur sehr schwach; der zweite befällt in erster Linie die Goldparmäne, Edelapfel schwach, dagegen Boskop und Cox-Orange überhaupt nicht, anders der 3. Stamm, er befällt sämtliche vier Sorten verhältnismäßig stark.

Hieraus läßt sich ersehen, daß ein Stamm mehrere Sorten infizieren kann, umgekehrt eine Sorte von mehreren Stämmen befallen wird; auch ist zu beobachten, daß die Gesamtvirulenz der einzelnen Sorten verschieden ist.

Somit ist der eingangs erwähnte Formenreichtum auf einem Baume nicht mehr zum verwundern. Stämme mit großer Virulenz sind für die später zu erwähnende Mittelprüfung notwendig.

Führt man nun von solchen mit Einsporstämmen infizierten Bäumchen verschiedener Sorten Rückisolierungen des Schorfes aus, so läßt sich feststellen, daß alle Merkmale des Urstammes auch bei den neugewonnenen wieder vorhanden sind, so wurden auch von mir einmal 60 Rückisolierungen eines Stammes vorgenommen und verglichen. Somit dürfte die Konstanz der Stämme ziemlich eindeutig erwiesen sein. Die Erbllichkeit dieser Stämme konnte allerdings noch nicht nachgewiesen werden, da es bisher noch nicht gelungen ist, von Einsporkulturen reife Perithezien unter Versuchsbedingungen zu erzielen. Lediglich bei *Venturia ditricha* konnten in einem Falle zufällig Perithezien in einer Kultur gefunden werden, die aus diesen Askosporen gewonnenen 14 Kulturen stimmten mit der Ausgangsform überein (Herbst).

Bei *Venturia inaequalis*, dem Apfelschorf, ließen sich bis jetzt trotz großer Zahl von Isolierungen noch keine Zusammenhänge zwischen dem Auftreten verschiedener Stämme und dem Herkunfts-ort oder der Sorte feststellen. Etwas anderes scheint es bei *V. pirina*, dem Birnschorf, zu sein, hier glaubt Herbst Zusammenhänge zwischen der geographischen Lage und der Zusammensetzung der Schorfpopulation gefunden zu haben. Er nahm z. B. die Geisenheimer Zusammensetzung als Maßstab und stellte fest, daß etwa mit der Zunahme der Entfernung von Geisenheim der Prozentsatz der Stämme, die mit Geisenheim übereinstimmen, abnimmt, gestört lediglich durch mikroklimatische Einflüsse. Zur Verbreitung über größere Strecken sind lediglich die Ascosporen geeignet; sie können zweifellos vom Wind auf große Entfernungen weggetragen werden. Herbst glaubt, daß hierfür die Zyklonen im April und Mai eine große Rolle spielen.

Neben dem Apfel- und Birnschorf wurde eine größere Anzahl von Kulturen gewonnen bei *Venturia Aucupariae* (von *Sorbus aucupariae* und *S. domestica*), bei *V. crataegi* (von *Crataegus Oxyacantha*) und *V. ditricha* (von *Betula alba* und *B. verrucosa*). Bei allen findet sich eine Vielgestaltigkeit der Formen, wobei jedoch die Artmerkmale verhältnismäßig festliegen (Herbst).

Dieser große Formenreichtum und die Möglichkeit der Neubildung, wie sie auch in künstlicher Kultur verhältnismäßig oft auftritt, erklärt zwanglos, daß keine Kulturapfelsorte oder Birnsorte vom Schorf verschont ist, wenn auch graduelle Unterschiede bestehen. Andererseits zeigt dies auch die großen Schwierigkeiten, mit der eine Immunitätszüchtung in diesem Falle ganz besonders zu kämpfen hat. Daher ist es nicht zu verwundern, daß neben der Erforschung der Biotypen auch eine Vertiefung unserer Erkenntnisse über die natürliche Infektion und ihre Bekämpfung einsetzen mußte, zumal selbst anerkannte Mittel manchmal nicht den erwarteten Erfolg brachten.

Für die Verbreitung der *Fusikladium*-Seuche kommen bekanntlich zwei Sporenformen in Betracht, nämlich die Ascosporen und die Konidien. Die Bedeutung der beiden ist sehr verschieden. So wird die räumliche Verbreitung im wesentlichen durch die Ascosporen verursacht, während die Konidien in erster Linie für die örtliche Übertragung innerhalb des Baumes sorgen. Schon Aderhold fand Zusammenhänge zwischen den Regenperioden und der Ausbreitung der Krankheit. Es war demnach das Bestreben der neueren Forscher, die Infektionstage möglichst genau festzulegen. Wiesmann versuchte dies mit ins Freie aufgehängten Objektträgern und dem Filtrieren der Luft mittels Staubsauger; er fand die in der Luft vorhandenen Sporen. Winkelmann-Holz färbten in Abständen die jungen Blätter und stellten die in die Blätter eingedrungenen Myzelschläuche fest. Von mir wurden neben den Objektträgeruntersuchungen täglich Apfelwildlinge, die vor- und nachher im Gewächshaus standen, in die Bäume gehängt. Traten Infektionen auf, so konnten sie nur von den Tagen stammen, an denen die Wildlinge im Freien hingen. Hierbei ergab sich, daß nicht jeder Sporenflugtag mit einem Infektionstag zusammenfiel.

Für den Osten sind von besonderer Bedeutung die starken Infektionstage Ende April, sie sind allgemein zu beobachten und rühren von den Ascosporen her, auch die weiteren Infektionen Anfang Mai dürften weitgehendst Ascosporeninfektionen sein, erst ab Mitte Mai nehmen die Konidieninfektionen zu. Sie sind es, die im Spätsommer den starken Fruchtschorf veranlassen.

Die große Bedeutung solcher Untersuchungen veranschaulicht das Ergebnis eines Zeitspritzversuches in Abb. 2. Mehrere Bäume wurden jeweils am selben Tage mit Kupferkalk gespritzt. Jede Gruppe erhielt nur eine einzige Spritzung entweder am 18. IV.

oder 24. IV. oder 2. V., die gesamte Säule gibt jeweils das Erntergebnis an Tafelobst an. Eindeutig dürfte hierdurch bewiesen sein, daß nur Spritzungen vor der Infektion einen Erfolg erzielen können. In diesem Falle hier lag die Hauptinfektion am 25. 26. IV., die Spritzung am 18. IV. hatte bereits eine Verbesserung gegenüber unbehandelt erreicht, die beste Wirkung trat jedoch am 24. IV. ein, dagegen hatte die Spritzung am 2. V. überhaupt keinen Wert mehr, sie lag in der Inkubationszeit; der bereits ins Blatt eingedrungene Pilz wurde nicht mehr erreicht. Selbst bei Ver-

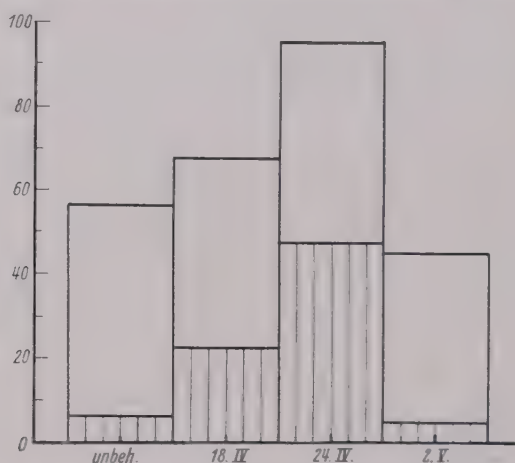


Abb. 2. Die Wirkung der Spritzzeit auf den Schorfbefall der Goldparmäne.

□ = schwachbefallenes Tafelobst. □ = gesundes Tafelobst.

suchen mit mehreren Nachblütenspritzungen konnten so gute Erfolge, wie mit einer richtig gelagerten Vorblütenspritzung, nie mehr erzielt werden.

Es liegt mir fern, einen einheitlichen Spritztermin für Deutschland herauszustellen. Ich wollte nur darauf hinweisen, wie entscheidend der Spritztermin im Verhältnis zum Sporenflug ist und wie sich durch unrichtige Spritzzeiten ein Versagen der besten Spritzmittel zwanglos erklären läßt.

Kurz sei noch darauf hingewiesen, daß sich heute Spritzmittel gegen *Fusikladium* im Gewächshaus vorprüfen lassen, wie dies z. B. in der Praxis von den I. G. Farben Höchst durchgeführt wird.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Phytopathologie in Südwestdeutschland¹⁾.

Von

Walter Kotte.

Die Südwestmark des Deutschen Reiches, in der in diesem Jahr zum erstenmal die Tagung unserer Vereinigung stattfindet, ist ein Gebiet von ausgeprägter Eigenart, wie es nirgends im übrigen Deutschland zu finden ist. Die klimatischen, geologischen und betriebswirtschaftlichen Verhältnisse Südwestdeutschlands stellen auch der angewandten Phytopathologie besondere Aufgaben. Wenn der Geograph Robert Gradmann die Eigenart Süddeutschlands als „Mannigfaltigkeit auf engem Raum“ bezeichnet, so trifft dieser Charakter ganz besonders auf Südwestdeutschlands landwirtschaftliche Struktur zu, der alle praktische Pflanzenschutzarbeit Rechnung tragen muß.

Das Klima als Grundlage der landwirtschaftlichen Betriebsformen wird bestimmt durch die geographische Gliederung des Landes. Berg und Tal wechseln auf engem Raum und prägen die Formen der landwirtschaftlichen Nutzung: „Schlehen im Oberland — Trauben im Unterland“.

Der breite Rheintalgraben, der Südwestdeutschland von Süd nach Nord durchzieht, weist das günstigste Klima des Reiches auf; hier findet sich der wärmste Sommer und die längste Vegetationszeit. Das „Weinklima“ Deutschlands (mittl. Julitemperatur über 18°) umfaßt das Rheintal von Basel bis Bonn, das Mainzer Becken und die Täler von Neckar, Main und Mosel. Als besonders bevorzugt zeichnet sich in diesem Bezirk die Oberrheinebene ab. Hier setzt das Frühjahr zeitiger ein als im übrigen Deutschland; der Beginn der Apfelblüte liegt im langjährigen Durchschnitt vor dem 28. April. Der Winter ist sehr mild; Mandel und Edelkastanie können mit wirtschaftlichem Nutzen angebaut werden.

Die große Rheintalverwerfung zieht diesem Klimabezirk eine scharfe Grenze. Die hügeligen Hochflächen und Gebirge zu beiden

¹⁾ Vorgetragen auf der Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik in Darmstadt am 7. Juli 1937.

Seiten des Rheintals sind klimatisch viel weniger begünstigt. Die reiche orographische Gliederung dieses Gebiets führt zu großen Unterschieden im Lokalklima; insbesondere die Richtung der Täler und die Exposition der Hänge beeinflusst auf kurze Entfernungen stark die örtlichen Klimaverhältnisse. Den größten Gegensatz zur Rheinebene findet man auf der hochgelegenen Kältemulde der Baar, östlich des Schwarzwalds. Das Klima dieses Landstriches findet in Deutschland erst in Ostpreußen ein Gegenstück; der Unterschied des Frühlingseinzuges westlich und östlich des Schwarzwaldes z. B. entspricht etwa dem von sieben Breitengraden!

Ebenso wie die Temperatur werden auch die Niederschlagsverhältnisse durchaus von der Höhengliederung beeinflusst. Im Großen gesehen, liegt Südwestdeutschland im Gebiet des ozeanischen Feuchtklimas. Trotzdem zeichnen sich im Windschatten der Gebirge einige Trockeninseln scharf ab; sie beeinflussen deutlich alle landwirtschaftlichen Verhältnisse und damit auch die Probleme des Pflanzenschutzes. In dem großen Wein- und Obstbaugebiet der Pfalz z. B. mit 450—500 mm jährlichem Niederschlag sind die Schadinsekten: Traubenwickler, Obstmade, Pflaumensägewespe, Schildläuse usw. wirtschaftlich wesentlich wichtiger als die pilzlichen Parasiten. Am Nordufer des Bodensees (900—1000 mm Niederschlag) hat der Winzer und Obstzüchter umgekehrt vor allem mit der Bekämpfung von *Peronospora* und *Fusicladium* zu schaffen, während Insektenschäden zurücktreten. Jede wissenschaftliche oder praktische Bearbeitung phytopathologischer Fragen in einem Bezirk Südwestdeutschlands muß die großen Unterschiede des Lokalklimas sorgfältig beachten.

Der Boden Südwestdeutschlands steht an Mannigfaltigkeit dem Klima nicht nach. Das, — im wörtlichsten Sinn, — bunte Bild jedes geologischen Kartenblattes unseres Gebietes wäre in vielen Teilen Deutschlands nicht denkbar. Vom leichtesten Flugsand in der nördlichen Rheinebene bis zu den schwersten Böden der Muschelkalk- und Juraflächen finden sich alle Übergänge; Reaktionszustand und Nährstoffgehalt wechseln in in schneller Folge.

Klima und Boden haben, zusammen mit der geschichtlichen Entwicklung des Landes, die besonderen betriebswirtschaftlichen Verhältnisse Südwestdeutschlands geschaffen, auf die alle praktische Pflanzenschutzarbeit Rücksicht nehmen muß. Hochwertige Sonderkulturen, wie Wein, Obst, Gemüse, Tabak und Hopfen ermöglichen es dem Bauern, auf kleiner Ackernahrung sein Aus-

kommen zu finden, — freilich nur bei aufs äußerste angespannter Arbeitsleistung. Große Gebiete Südwestdeutschlands sind deshalb von intensiv bearbeitetem Kleinbesitz bedeckt. Die Bevölkerungsdichte erreicht hier den höchsten Wert, den wir in landwirtschaftlich besiedelten Gebieten Deutschlands überhaupt kennen und trotz aller Gunst von Klima und Boden ermöglicht dem kleinen Bauern die eigene rastlose Arbeit und der Einsatz von Frau und Kindern nur eine sehr bescheidene Lebenshaltung.

Das wichtigste, oft kaum zu lösende Problem des praktischen Pflanzenschutzes in diesen Gebieten kleinbäuerlicher Betriebe besteht darin, daß oft weder die eigene Arbeitskraft zur richtigen Zeit freigemacht werden kann, um die als notwendig erkannten Pflanzenschutzmaßnahmen durchzuführen, noch die Mittel und die betriebsmäßigen Bedingungen für den Einsatz größerer arbeitsparender Maschinen vorhanden sind. Bisher hat der Bauer den immer mehr anwachsenden Erfordernissen des Pflanzenschutzes durch eine immer stärkere Anspannung der eigenen Arbeitskraft nachzukommen versucht. Weinbau, Obstbau, Hopfen-, Tabak- und Gemüsekultur sind infolge der notwendigen Schädlingsbekämpfung immer arbeitsreicher geworden. Hier scheint die Grenze fast erreicht. Eine Steigerung wird nur möglich sein durch planmäßige Gemeinschaftsarbeit einerseits und andererseits durch verstärkte Beratung des Einzelnen, damit dessen Arbeitskraft rechtzeitig und mit höchstem Erfolg eingesetzt wird. Diese Aufgabe des praktischen Pflanzenschutzes ist dringlich und aussichtsreich, denn gerade in den hochwertigen Sonderkulturen vermag der Pflanzenschutz große Werte zu erhalten. Hier rechtfertigt er Aufwendungen an Arbeitskraft und Geld, die er in anderen Zweigen der Landwirtschaft nicht mehr tragen könnte.

Eine Übersicht über die zur Zeit wichtigsten Aufgaben der Phytopathologie in der südwestdeutschen Landwirtschaft mag die Vielseitigkeit des Arbeitsgebietes zeigen. Dabei wird hier auf eine Behandlung der entomologischen Fragen absichtlich verzichtet. Im praktischen Pflanzenschutzdienst gibt es freilich eine solche Trennung nicht; er hat auf entomologischem Gebiet mit ebenso wichtigen und ebenso vielseitigen Arbeitsaufgaben zu rechnen wie auf phytopathologischem.

In Getreidebau sind Auswinterungsschäden durch *Fusarium* in den höheren Gebirgslagen noch immer anzutreffen. Die Beizung des Roggens ist noch keineswegs so eingebürgert, wie es wünschens-

wert wäre. Die verstreute Lage der Höfe im Gebirge erschwert die pflanzenschutzliche Beratung ebenso wie den Einsatz der fahrbaren Reinigungs- und Beisanlagen. Auch bei der Gerste ist eine vermehrte Beizung zu fordern; die Verluste durch Streifenkrankheit sind vor allem in höheren Lagen alljährlich noch groß. Der Weizen wird wohl heute in allen größeren Betrieben gebeizt und auch die kleinbäuerlichen Wirtschaften haben die Notwendigkeit der Steinbrandbekämpfung zumeist erkannt. Neben den großen fahrbaren Reinigungs- und Beisanlagen spielt die kleine Beiztrommel eine sehr große Rolle. Gerade sie wird uns helfen, die noch vorhandenen Lücken in der Saatgutbeizung zu schließen.

Von den Rostkrankheiten ist der Gelbrost des Weizens die bei weitem wichtigste, die in manchen Jahren den Ertrag fühlbar herabdrückt. Auch der Weizenbraunrost kann, wenn er frühzeitig auftritt, recht schädlich werden, während die Schäden des Schwarzrostes im südwestdeutschen Weizenbaugebiet wohl überall nur örtlich stärkeres Ausmaß annehmen.

Für den Kartoffelbau ist die Tatsache von Bedeutung, daß im Klima der Rheinebene die Abbaufahr sehr groß ist. Ständiger Bezug von Pflanzgut norddeutscher Herkunft ist bisher nicht zu umgehen. Ob alle Möglichkeiten der Erzeugung von Pflanzkartoffeln in den Berglagen Südwestdeutschlands schon ausgenutzt sind, steht dahin. Schwierig ist die Überwinterung des Frühkartoffel-Pflanzgutes in der winterwarmen Rheinebene.

Der Kartoffelkrebs ist für den Ackerbau unseres Gebietes heute kein Problem mehr. Er spielt in Kleingärten eine Rolle und ist auch immer noch vereinzelt in den höheren Gebirgslagen zu finden, wo inmitten von Wiesen auf kleinen Ackerstücken Kartoffeln in enger Fruchtfolge mit Hafer oder gar nach sich selbst gebaut werden. Die Umstellung auf krebsfestes Pflanzgut ist wohl überall in den Befallsgebieten befriedigend gelungen.

Weniger klar liegt die Frage der *Phytophthora*-Bekämpfung. Ein Spritzen der Kartoffelfelder, allein zum Schutz gegen *Phytophthora*, wird in den meisten Gebieten Südwestdeutschlands als unwirtschaftlich angesehen. Der Frühkartoffel-Anbau, der die sommertrockene Rheinebene bevorzugt, braucht nur selten mit starken *Phytophthora*-Schäden zu rechnen, während die stärker von der Krankheit bedrohten niederschlagsreichen Bezirke für Frühkartoffelbau nicht in Frage kommen. Die Notwendigkeit der Kartoffelkäferabwehr in umfangreichen Gebieten Südwestdeutsch-

lands läßt die Wirtschaftlichkeit der *Phytophthora*-Bekämpfung günstiger erscheinen. Die Frage muß in den nächsten Jahren sorgfältig geprüft werden, — übrigens auch vom Standpunkt der Kupferbewirtschaftung aus.

Im Maisbau, der seit langem in der Rheinebene heimisch ist und sich heute weit in andere Klimabezirke vorgeschoben hat, übertrifft das entomologische Problem des Maiszünslers die Frage des Beulenbrandes bei weitem an wirtschaftlicher Wichtigkeit.

Der Hopfen dagegen bedarf des stärksten Interesses des Phytopathologen. Die seit 1923 in Deutschland auftretende Hopfen-*Peronospora* erfordert vor allem in den Gebieten am Bodensee und am Kraichgaurand, wo stärkere Niederschläge im Sommer häufig sind, eine sehr sorgfältige Bekämpfung. Die rein technischen und die betriebswirtschaftlichen Schwierigkeiten der Hopfenspritzung sind nicht gering; sie bringen es mit sich, daß manche Gemeinden in den letzten *Peronospora*-Jahren Ernteminderungen von weit über 50% erlitten. Hier wird der Ausbau des Pflanzenschutzdienstes, der zur Zeit im Rahmen des Reichs-Pflanzenschutzgesetzes durchgeführt wird, Besserung bringen.

Etwa zur gleichen Zeit wie der Hopfenbau wurde der in Südwestdeutschland seit langem heimische Tabak-Anbau durch eine neue, vom Ausland eingeschleppte Krankheit bedroht. Die von *Pseudomonas tabaci* verursachte Wildfeuerkrankheit ist seitdem eine ständige Beunruhigung für die Tabakzüchter. Als Sämlingskrankheit ist sie seltener geworden in dem Maße, als die Behandlung der Saatbeete mit Kupfermitteln und neuerdings die Saatbeet-Dämpfung sich eingeführt hat. Dagegen sind wir, trotz aller auf diese Frage verwandten Forschungsarbeit, noch nicht in der Lage, die Schäden des Wildfeuers an den Feldbeständen zu vermeiden, wenn die Witterung der Ausbreitung des Parasiten günstig ist. Die Tabakvirosen sind wirtschaftlich bisher nicht von der gleichen Bedeutung wie die Wildfeuerkrankheit; sie scheinen aber zuzunehmen.

Der Gemüsebau sei hier nur kurz erwähnt. Er wird auf großen Flächen in landwirtschaftlich-bäuerlicher Bewirtschaftung betrieben, in der Nähe der Großstädte vor allem von Berufsgärtnern. Begünstigt durch das Klima ermöglicht der Gemüsebau hohen Nutzen von der Flächeneinheit zu erzielen. Dem entsprechend rechtfertigt er erhebliche Aufwendungen für den Pflanzenschutz zur Abwendung von Krankheits- und Schädlingsbefall. Besonders

dringlich werden Pflanzenschutzmaßnahmen dort, wo die Betriebsverhältnisse keine Fruchtfolge mit rein landwirtschaftlichen Kulturen erlauben.

Sehr groß sind die Arbeitsaufgaben der angewandten Phytopathologie im Obstbau Südwestdeutschlands. Er ist dadurch charakterisiert, daß er ein landwirtschaftlich betriebener Obstbau ist; gärtnerische Großbetriebe sind ganz spärlich. Die Hauptmenge des Obstes wird im bäuerlichen Nebenerwerb gewonnen. Diese Tatsache erschwert die Umstellung der Bewirtschaftungsweise nach neuzeitlichen Forderungen und damit auch die Einführung eines wirksamen Pflanzenschutzes. Eine weitere Erschwerung für großzügige Bekämpfungsmaßnahmen bieten die klimatischen Verschiedenheiten, die eine einheitliche Bekanntgabe von Spritzfolgen und Spritzterminen für größere Bezirke nicht gestatten. Trotz dieser natürlichen Hemmungen steht der obstbauliche Pflanzenschutz in Südwestdeutschland auf einer hohen Stufe. Nicht zum wenigsten sind die großen Fortschritte der letzten Jahre der unermüdlichen Arbeit der Obstbaubeamten zu verdanken, die durch technische Unterweisung und durch Anlage von Beispielsgärten den Pflanzenschutzgedanken bis in das letzte Bauernhaus getragen haben. Die weitere Arbeit muß sowohl in die Breite gehen, um immer weitere Kreise des bäuerlichen Obstbaus zu erfassen, als auch in die Tiefe, um die noch nicht befriedigend gelösten Einzelfragen: Spritztermine, Vermeidung von Verbrennungsschäden usw. für jeden Klimabezirk zu bearbeiten.

Der wichtigste Schädling des Kernobstbaus ist der *Fusicladium*-Pilz. Die Schrotschußkrankheit der Kirschen ist nur in Gebieten mit hohem Niederschlag von Bedeutung, dort allerdings erfordert sie unbedingt eine regelmäßige Bekämpfung. Der in Ausbreitung befindliche Pfirsichbau ist nur bei regelmäßiger Spritzung gegen *Exoascus deformans* aufrecht zu erhalten, neuerdings hat auch *Clasterosporium carpophilum* durch Zerstörung der Knospen beim Pfirsich Bedeutung erlangt. Zahlreiche örtliche phytopathologische Aufgaben des Obstbaus können hier nicht erwähnt werden.

Im Weinbau unseres Gebietes ist der Pflanzenschutz seit langem eingeführt. Es ist oft darauf hingewiesen worden, daß der Weinbau in den verhältnismäßig sommerfeuchten Rebbaugebieten Deutschlands, z. B. am westlichen Schwarzwaldrand und Bodensee nur durch die Ausarbeitung einer wirksamen *Peronospora*-Bekämpfung am Leben erhalten und zu neuer Blüte geführt werden konnte.

Der durch K. Müller erstmalig für Baden eingeführte *Peronospora*-Vorhersagedienst auf Grund der Inkubationskalendermethode ermöglicht es heute, große *Peronospora*-Katastrophen mit Sicherheit zu verhindern; örtliche Fehlschläge müssen der Unachtsamkeit einzelner Winzer zur Last gelegt werden. Obgleich im Weinbau der Pflanzenschutz weiter fortgeschritten ist als in irgend einem anderen Zweig der Landwirtschaft, sind auch hier noch neue Fragen aufgetaucht, die es zu lösen gibt. Der Ersatz der kupferhaltigen Spritzmittel durch kupferfreie, die technische Verbesserung der Spritzgeräte, der Einsatz von Gemeinschaftsarbeit zur Erzielung besserer Erfolge bei geringerem Arbeitsaufwand des Einzelnen, sind einige solcher zur Zeit dringlichen Probleme des weinbaulichen Pflanzenschutzes.

Der südwestdeutsche Bauer kennt seit Jahrhunderten die Lebensbedingungen der vielen Kulturpflanzen, deren Anbau ihm sein von der Natur begünstigter Boden erlaubt. Er hat heute mit offenen Augen die Notwendigkeit pflanzenschutzlicher Maßnahmen erkannt und setzt auch auf diesem Gebiet seine ganze Arbeitskraft ein. Der Pflanzenschutzdienst kann auf sein Verständnis und seine Tatkraft, auf sein Verantwortungsbewußtsein gegenüber seinem Volk auch in Zukunft rechnen.

Systematik der polnischen Weizensorten.

Von

S. Barbacki, S. Lewicki, K. Miczyński jun. und A. Słaboński¹⁾.

Gegenstand der Arbeit ist eine morphologisch-systematische Beschreibung der in Polen gezüchteten Weizensorten, welche die Unterscheidung und Erkennung derselben erleichtern soll. Bei der Bearbeitung wurden ausschließlich die polnischen Zuchtsorten berücksichtigt, weil die Zahl der in Polen angebauten fremden (vorwiegend deutschen und schwedischen) Weizensorten verhältnismäßig

¹⁾ Die ausführliche Darstellung mit Sortenbeschreibungen und Bestimmungsschlüssel ist in polnischer Sprache u. d. Titel: Pszenice Polskie in: Biblioteka Puławska Nr. 15, Puławy 1937, S. I—X und 1—163 mit 96 photographischen Tafeln erschienen. Da diese Arbeit nur schwer zugänglich ist, erschien es wünschenswert, den vorliegenden Auszug, der von Dr. K. Miczyński zur Verfügung gestellt wurde, hier zu veröffentlichen. Der Herausgeber.

gering ist und, weil die letzterwähnten Sorten zum größten Teil in der ausländischen Literatur beschrieben worden sind.

Die sortensystematischen Untersuchungen wurden von dem Wissenschaftlichen Institut für Landwirtschaft in Puławy und dem Institut für Pflanzenzüchtung in Dublany, das zur Polytechn. Hochschule Lwów gehört, durchgeführt. Als Untersuchungsmaterial stand ein auf den Versuchsfeldern der beiden Institute in den Jahren 1929—1935 angebautes Weizensortiment zur Verfügung, welches aus Originalsaatgut erhalten wurde. Im Laufe der Untersuchungen wurde es wiederholt erneuert und ergänzt. Da die Untersuchungen einen sortensystematischen Zweck hatten, so sind die wirtschaftlichen Eigenschaften im allgemeinen nicht berücksichtigt worden, um so mehr wurde die Aufmerksamkeit auf die morphologischen Merkmale gelenkt.

Im ersten Abschnitt werden die in den Beschreibungen der Sorten berücksichtigten Merkmale wie auch die Methodik der Untersuchungen besprochen.

Von den vegetativen Merkmalen, die im Jugendstadium beobachtet wurden, sind: die Färbung von Coleoptile, Blattscheidenbehaarung und der Wachstumstypus beschrieben. Die Untersuchung der genannten Merkmale wurde im allgemeinen nach der von J. Voss beschriebenen Methodik durchgeführt. Die Anthocyanfärbung der Coleoptile wurde bei 20° C Keimtemperatur untersucht. Die Sorten wurden dabei in vier Farbengruppen eingeteilt.

Die Blattscheidenbehaarung wurde am ersten Blatt, etwa 10—12 Tage nach der Aussaat der Topfpflanzen, festgestellt. Auch hier wurden vier Behaarungsgruppen unterschieden. Der Wachstumstypus wurde bei den 3—4blättrigen Jungpflanzen bei der Frühlingsaussaat festgestellt, die Sorten wurden in drei Typen eingeteilt: a) aufrecht (z. B. Zlotka, Superelekta). b) mittel (z. B. Podolanka) und liegend (z. B. Wysokolitewka, Zaborzanka).

An den älteren Pflanzen wurde die Blatthaltung, Blatt- und Knotenbehaarung, Bereifung, Antherenfarbe sowie die Ährenhaltung bei der Reife beschrieben, jedoch ohne darauf bei der Klassifikation viel Gewicht zu legen.

Von den Merkmalen, die an der reifen Pflanze beobachtet werden können, wurde die Halmlänge gemessen, welche, bei gleichen Außenbedingungen ein zweifellos sorteneigenes Merkmal ist. Bei den polnischen Weizensorten besitzt aber diese Eigen-

schaft, infolge verhältnismäßig großer Modifizierbarkeit und geringer Sortendifferenzen, einen begrenzten systematischen Wert.

In bezug auf die Ährenbegrannung wurden die Weizensorten in zwei Hauptgruppen „begrannt“ und „unbegrannt“ eingeteilt. Unter den „unbegrannnten“ wurde, analog wie bei Voss, eine Untergruppe der „grannenspitzen“ Sorten, welche durch lange Grannenspitzen im oberen Drittel der Ähre charakterisiert sind (z. B. Bogatka, Stieglers 22), aufgestellt.

Die Ährenfarbe und Ährenbehaarung sind unter normalen Bedingungen konstant und ließen bei der Klassifikation keinen Zweifel aufkommen.

Die Ährendichte wurde nach der allbekannten Formel von Neergard berechnet. In Anbetracht einer ziemlich starken Modifizierbarkeit dieses Merkmales wandte man bei der Klassifizierung eine ziemlich grobe Einteilung in drei Dichteklassen: dicht, mitteldicht und locker, an.

Was die Ährenform anbelangt, so unterscheiden die Autoren drei verschiedene Typen, und zwar: a) zugespitzt, b) parallel und c) keulenförmig. Infolge einer Individualvariation können innerhalb derselben Sorte verschiedene Ährentypen vorkommen. Nichtsdestoweniger stellt die durchschnittliche Ährenform ein gutes taxonomisches Merkmal dar.

Die Behaarung der Ährenspindel wurde, nach dem Vorbild von Voss, am unteren Spindelgliede untersucht. Dieses Merkmal scheint aber bei den polnischen Sorten nicht genügend konstant zu sein und infolgedessen einen geringen systematischen Wert zu haben.

Bei den Hüllspelzen wurden die Länge und Breite gemessen und das Maßverhältnis derselben festgestellt. Außerdem wurde die Schulter- und Zahnform sowie die Zahnlänge und die Behaarung der Innenseite untersucht. Betreffs der Zahnlänge besteht, wie bekannt, ein Grundunterschied zwischen den begrannnten und unbegrannnten Weizensorten. Bei den letzteren ist der Hüllspelzenzahn fast überall gleich kurz, erstere weisen dagegen erhebliche Unterschiede in bezug auf die Zahnlänge auf. Es hat sich herausgestellt, daß dieses Merkmal, trotz einer ziemlich großen Modifizierbarkeit einen namhaften systematischen Wert besitzt. Die Zahnlänge ist entweder auf der ganzen Ähre fast gleich lang, oder sie wird von der Ährenbasis zur Spitze immerzu größer. Als Beispiele dieser beiden extremen Zahntypen können

die Sorten: Barbarossa und Ostka Węclawicka, wie es aus den folgenden Zahlen hervorgeht, dienen:

Sorte	Zahlänge in mm		
	an der Ährenbasis	in der Mitte	an der Spitze
Barbarossa	1,9	3,4	3,6
Ostka Węclawicka . . .	4,2	14,8	47,0

Um für die Messungen ein vergleichbares Material zu haben, wurden zu diesem Zweck immer Spelzen aus der Ährenmitte entnommen. Es wurden dabei 3 Klassen der Zahlänge aufgestellt: kurz (bis zu 4 mm Länge), mittel (4—8 mm) und lang (über 8 mm).

In bezug auf die Schulterform wurden bei den untersuchten Sorten drei Typen: schräg, mittel und gerade beschrieben. Eine gehobene Schulter wurde nur in seltenen und nicht ganz typischen Fällen an den Mittelährchen beobachtet (dagegen tritt die gehobene Schulterform sehr oft an den oberen Ährchen der Ähre auf). Bei manchen begrannnten Sorten, die eine schmale Schulter besitzen, tritt neben dem Hauptzahn ein deutlicher Seitenzahn auf, welcher gewissermaßen einen Übergang zu der gehobenen Schulterform darstellt.

In der Behaarung der Hüllspelzeninnenseite fand man bei den besprochenen Weizensorten ziemlich deutliche Unterschiede. Zum größten Teil besitzen diese Sorten eine mittelstarke oder schwache Behaarung. Es gibt aber auch Sorten, welche, wie z. B. Litwinka, eine besonders starke Behaarung aufweisen.

Beim Korn wurden, neben der Farbe, die Ausmaße (Länge, Breite, Dicke und das Verhältnis der Länge zur Breite) sowie das Tausendkorngewicht untersucht. Das Verhältnis der Länge zur Breite erwies sich, besonders beim Sommerweizen, als ein brauchbares Sortenmerkmal, bei den Winterweizensorten ist es allerdings weniger brauchbar. Das relative Tausendkorngewicht ist bei gleichen Außenbedingungen eine verhältnismäßig konstante Sorteneigenschaft. Bei allen diesen quantitativen Kornmerkmalen wurde eine Einteilung in drei Klassen (groß, mittel und klein) durchgeführt.

Bezüglich der Phenolfarbenreaktion wurden die meisten Sorten am Korn sowie an den Ähren untersucht. Besonders umfangreiche Versuche wurden mit den Kornproben aller polnischen

Zuchtsorten angestellt. Die Versuchsmethodik ist bereits in dieser Zeitschrift¹⁾ eingehend beschrieben worden.

In bezug auf die Vegetationsdauer verfügten die Autoren über mehrjährige genaue Beobachtungen aus beiden Versuchsfeldern. Am klarsten treten die Unterschiede in der Zeit des Ährenschiebens auf. Die Sorten wurden danach in fünf verschiedene Klassen eingeteilt, und zwar: sehr früh, früh, mittelfrüh, mittelspät und spät. Die Reifezeitunterschiede sind in der Regel geringer, doch könnten auch hier vier verschiedene Klassen aufgestellt werden. Zu den frühesten Weizen gehören die Sorten: Banatka Rawska und Ostka Górczańska, welche die Mehrzahl der mittelspäten Sorten ungefähr um 7—10 Tage beim Ährenschieben überholen.

Manche, verhältnismäßig selten hervortretende Eigenschaften, wie z. B. die überzähligen Ährchen und Spelzen sowie die Purpurfärbung der Halme, wurden in der Rubrik „Besondere Merkmale“ beschrieben.

Ein besonderer Abschnitt wurde der biometrischen Analyse quantitativer Merkmale gewidmet. Eine weitläufige Berücksichtigung dieser Merkmale war besonders wichtig, da viele von den beschriebenen Weizensorten einander sehr ähnlich sind und zu demselben botanischen Typus gehören. In solchen Fällen mußte sich die Sortenunterscheidung auf die quantitativen Merkmale stützen. Trotz einer bedeutenden Individualvariation können viele von diesen Merkmalen einen hohen systematischen Wert besitzen, wenn die Messungsergebnisse an einem vergleichbaren Material gewonnen wurden.

Für die Sortenklassifikation sind solche Merkmale als besonders wertvoll anzusehen, welche innerhalb derselben botanischen Gruppe (nach Körnicke) verschiedene Sorten am besten differenzieren (den größten „intervarietalen Variationskoeffizienten“ aufweisen) und gleichzeitig am wenigsten den Umweltsbedingungen unterliegen, d. h. in verschiedenen Jahren und an verschiedenen Standorten möglichst eindeutige Resultate liefern. Um den sortensystematischen Wert der einzelnen Maßmerkmale zu prüfen, wurde eine exakte biometrische Analyse des mehrjährigen Pflanzmaterials durchgeführt. Es wurden für jedes Merkmal die „intervarietalen Variationskoeffizienten“ sowie auch die sogenannten

¹⁾ B. und K. Miczyński, Angew. Botanik, Bd. XVIII, H. 1.

„Koeffizienten der Unstimmigkeit“ berechnet, welche den Grad der Nichtübereinstimmung in der Sortenfolge in verschiedenen Jahren und Standorten ausdrücken. Durch Division des „intervarietalen Variationskoeffizienten“ und des „Unstimmigkeitskoeffizienten“ hat man eine Zahl erhalten, die ein recht gutes Maß der Brauchbarkeit des gegebenen Merkmals für die Sortensystematik darstellt. In der nachstehenden Tabelle werden diese sogenannten „Koeffizienten des taxonomischen Wertes“ wiedergegeben:

Merk male (Winterweizen, Puławy)	„Koeffizient des taxon. Wertes“
Ährendichte	4,9
Ährenlänge	4,2
Ährchenzahl	3,8
Tausendkorngewicht	3,2
Zahnlänge	3,0
Kornlänge	2,9
Korndicke	2,8
Spelzenlänge	2,4
Halm länge	2,2
Verhältnis der Kornlänge zu der Kornbreite	2,0
Verhältnis der Spelzenlänge zu der Spelzenbreite	1,9
Spelzenbreite	1,8
Kornbreite	1,7

Der spezielle Teil der Arbeit umfaßt die systematisch angeordneten Beschreibungen der 108 Winter- und Sommerweizensorten. Die Diagnosen wurden im allgemeinen nach dem von J. Voss angewandten System zusammengestellt.

Die Mehrzahl der beschriebenen polnischen Winterweizensorten (35) gehört zu der Körnickschen Varietät *albidum*. Zahlreiche Sorten sind Vertreter der Varietäten: *ferrugineum* (16), *lutescens* (14) und *erythrospermum* (12). In kleinerer Zahl treten die Varietäten: *milturum* (4), *gracuum* (4), *alborubrum* (2), *velutinum* (2), *pyrothrux* (1), *barbarossa* (1) und *erythroleucon* (1) auf.

Von den 16 Sommerweizensorten gehören 11 zu var. *erythrospermum*, 2 zu *lutescens*, 2 zu *milturum* und eine zu *Tr. durum*.

Der Prozentsatz der begrannnten Sorten beträgt beim Winterweizen 35,9 % und beim Sommerweizen 75 %. Die Mehrzahl der Sorten ist locker- oder mittellockerährig, etwa 11 Sorten gehören zu dem vollkommen dichtährigen Typus.

Bei der Charakteristik der quantitativen Merkmale werden neben den wörtlichen Bezeichnungen auch Zahlen angegeben, welche die auf der Basis zweijähriger Messungen gewonnenen Durchschnittswerte darstellen. Diese Zahlen haben selbstverständlich eine rein vergleichende Bedeutung. Zur besseren Orientierung wurden außerdem die Durchschnittswerte aller wichtigeren Maßmerkmale tabellarisch zusammengestellt.

Die Mehrzahl der besprochenen Weizensorten wurde auf den photographischen Tafeln abgebildet. Am Ende des Buches wurde ein Bestimmungsschlüssel der Sorten beigefügt, welcher folgende Sortenmerkmale in der nachstehenden Reihenfolge berücksichtigt: Begrannung, Ährenbehaarung, Ährenfarbe, Kornfarbe, Ährendichte, Ährenform, Zahnform, Schulterform, Zahnlänge (nur beim Grannenweizen), Phenolfärbung der Körner, Färbung der Coleoptile, Blattscheidenbehaarung, Wachstumstypus.

Es wird auf die Schwierigkeiten bei den sortensystematischen Arbeiten beim Getreide hingewiesen, welche auf der Unreinheit und Unbeständigkeit vieler Zuchtsorten beruhen. Aus diesem Grunde wird von den Autoren die Notwendigkeit weiterer Sortenuntersuchungen am Weizen betont.

Beitrag zur laboratoriumsmäßigen Prüfung von Holzschutzmitteln.

Von

Dr. A. Rabanus.

Mit 2 Abbildungen.

Wenn die Praxis ein neues Holzschutzmittel verwendet, dann ist die sichere Erkennung seiner Brauchbarkeit im allgemeinen erst nach 15—20 Jahren möglich. Eine derart lange Wartezeit kann die Praxis nur selten in Kauf nehmen, und deshalb spielt die Anwendung einer sicheren Schnellprüfmethode gerade bei Holzschutzmitteln eine überragende Rolle. Eine solche Schnellprüfmethode zur toximetrischen Bestimmung von Holzschutzmitteln ist unter Mitwirkung zahlreicher Versuchsansteller im Jahre 1935 veröffentlicht worden. (Toximetrische Bestimmung von Holzkonser-

vierungsmitteln, Verlag Chemie, Berlin 1935, Beiheft Nr. 11 zu den Zeitschriften des Vereins deutscher Chemiker.) Nach den in dieser Veröffentlichung enthaltenen Normenvorschriften sollten Holzschutzmittel stets geprüft werden.

Bei der der Ausarbeitung der Normenvorschrift im Jahre 1930 vorangegangenen Besprechung war u. a. die Frage erörtert worden:

„Welche Schlüsse können auf Grund der durch die Untersuchungen ermittelten toximetrischen Werte auf die Bewährung der untersuchten Holzschutzstoffe in der Praxis gezogen werden?“

Diese Frage ist damals folgendermaßen beantwortet worden:

„Es wurde festgestellt, daß die auf Grund der Klötzchenmethode erzielten Hemmungszahlen nur dann Wert für die Praxis bekommen, wenn die Laboratoriumsversuche ergänzt werden durch Feldversuche und durch Untersuchungen zur Bestimmung der Auswaschbarkeit, der Verdunstung, der chemischen und physikalischen Stabilität im Holz usw. Unter Berücksichtigung aller dieser Punkte aber lassen sich aus den Hemmungswerten wertvolle Schlüsse auf die voraussichtliche Bewährung in der Praxis ziehen, ganz besonders dann, wenn es möglich ist, ein neues Mittel zu prüfen im Vergleich mit einem schon bekannten Mittel ähnlicher Art.“

Die Normenmethode macht sich also nicht anheischig, ein absolutes Urteil über ein geprüftes Mittel fällen zu können, sondern betrachtet die nach der Klötzchenmethode gefundenen Werte als Relativwerte, die erst im Vergleich mit dem in der Praxis bekannten Verhalten ähnlicher Mittel ihre wahre Deutung und Bedeutung finden. Wie eine derartige Deutung gedacht ist, soll in folgendem an 3 Präparaten dargestellt werden.

Diese 3 Präparate sind nach Normenvorschrift einer Prüfung gegen verschiedene Pilze unterzogen worden. Das erste dieser Mittel ist in der Praxis seit mehr als 25 Jahren in Benutzung, die beiden anderen sind neueren Datums und haben erst seit 6 bis 7 Jahren Eingang in die Praxis gefunden. Da die Erfahrung gezeigt hatte, daß ein Nachteil des alten Präparates bei Anwendung in freier Nutzungslage eine verhältnismäßig leichte Auswaschbarkeit (durch Bodenfeuchtigkeit usw.) war, wurden die zu vergleichenden Mittel besonders nach dieser Richtung hin geprüft.

Bei den 3 Mitteln handelt es sich um folgende:

Basilit N extra

Basilit U

Basilit UA.

Basilit N extra besteht hinsichtlich seiner fungiziden Anteile aus Fluornatrium und Dinitrophenol. Bei Basilit U gesellt sich noch eine Chromverbindung hinzu, während Basilit UA außerdem noch eine Arsenverbindung enthält. Die Theorie der neuen Mittel besteht darin, daß die Chromverbindung im Holze reduziert wird und daß das dabei entstehende Chromisalz mit dem Fluorid neue, schwer lösliche kryolithartige Komplexsalze (Basilit U) und außerdem mit dem Arsenanteil noch schwerer lösliche Chrom-Arsenverbindungen (Basilit UA) bildet. Diese so im Holz selbst entstehenden schwer löslichen Verbindungen werden durch Bodenfeuchtigkeit usw. sehr viel schwerer aus dem Holz ausgewaschen als das alte Basilit N extra, bei welchem im Holz keine Umsetzungen zu schwer löslichen Verbindungen eintreten konnten. Wenn diese Theorie richtig ist, dann müssen die neuen Mittel (Basilit U und UA) dem Holz einen länger dauernden Schutz geben, als es das alte Mittel (Basilit N extra) tat.

Hinsichtlich der Ausgangswirkung sind alle 3 Mittel als praktisch gleichwertig anzusehen. Zwar zeigen die verschiedenen Pilze im allgemeinen den einzelnen Giftstoffen gegenüber sehr verschiedene Resistenz. So sind z. B. manche Pilze gegen Arsen sehr empfindlich. Dadurch kommt es, daß das arsenhaltige Basilit UA manchen Holzpilzen gegenüber allerdings eine erheblich größere Ausgangswirkung hat als Basilit U und Basilit N extra, aber andere Holzpilze, die in der Praxis auch von großer Bedeutung sind, zeigen diese Empfindlichkeit nicht, so daß bei diesen Pilzen die Dosis toxica von Basilit UA mit der von Basilit N extra gleich steht. Für die Beurteilung der praktischen Brauchbarkeit muß aber die für resistente Pilze in Frage kommende Dosis toxica maßgebend sein.

Unterschiede in der praktischen Bewährung der 3 Mittel können nicht in der absoluten Toxizität gegen holzzerstörende Pilze liegen, sondern in der unterschiedlichen Beständigkeit gegen Auswaschung. Diese Unterschiede sollen in folgendem durch Wiedergabe entsprechender Versuchsergebnisse dargestellt werden:

Die Versuche wurden gemäß der Normenvorschrift durchgeführt, d. h. die Klötzchen wurden in der üblichen Weise im-

prägniert, dann nach mehrwöchiger Liegedauer 5 Wochen in täglich gewechselttem destillierten Wasser, unter Einschaltung von wöchentlich einer 2 $\frac{1}{2}$ -tägigen Trocknungsperiode, ausgewaschen und dann unter Zwischenschaltung von Glasbänkchen auf die verschiedenen holzerstörenden Pilze gelegt. Der Einfachheit halber werden hier nicht die ganzen, meistens mit 0,01% beginnenden, Serien angeführt, sondern die Zahlen werden beschränkt auf die Gewichtsverluste, welche eingetreten sind bei den Klötzchen, die jeweils mit einer 0,2, 0,5, 1,0, 1,5 und 2%igen Lösung der drei Mittel getränkt und dann, wie oben angegeben, ausgewaschen worden waren. Als Vergleich dient der Gewichtsverlust der unimprägnierten rohen Klötzchen. Die jeweilige Umrechnung in Kilogramm pro cbm ist im einzelnen unterblieben, weil je nach Imprägnierungscharge die Zufuhr bei der gleichen Konzentration der verschiedenen Präparate natürlich etwas schwankt. Im Mittel wurden bei diesen und den weiter unten noch zu schildernden Versuchen folgende Zufuhren erzielt:

Einer Konzentration der Imprägnierlösung von									
0,2 %	entspricht eine durchschnittl. Zufuhr von				1,23 kg	pro	cbm		
0,5 %	"	"	"	"	"	2,84	"	"	"
1,0 %	"	"	"	"	"	5,62	"	"	"
1,5 %	"	"	"	"	"	8,71	"	"	"
2,0 %	"	"	"	"	"	14,3	"	"	"

In der Abb. 1 sind auf den Wagerechten jeweils die Konzentrationen der zur Anwendung gelangten Imprägnierlösungen von Basilit N extra, Basilit U und Basilit UA angeführt, während auf den Senkrechten die beim Pilzversuch aufgetretenen Gewichtsverluste verzeichnet sind. Die schwarz umrandeten Säulen bezeichnen die Gewichtsverluste der unimprägnierten Kontrollklötzchen, während die ganz schwarz gezeichneten Säulen die Gewichtsverluste der imprägnierten und dann 5 Wochen ausgelaugten Klötzchen zeigen. Ein Blick auf die Abb. 1 zeigt, was die Versuche ergeben haben.

Basilit N extra hält einem intensiven Auslaugungsprozeß nicht stand, lediglich bei Buchenholz und bei Anwendung von *Coniophora cerebella* als Testpilz ist bei der 2%igen Imprägnier-salzlösung eine gewisse Hemmung eingetreten.

Basilit U zeigt bei steigender Konzentration sehr deutlich geringere Angriffe der Pilze, namentlich wiederum bei *Coniophora cerebella* und Buchenholz. Bei der Reihe mit *Lenzites abietina*

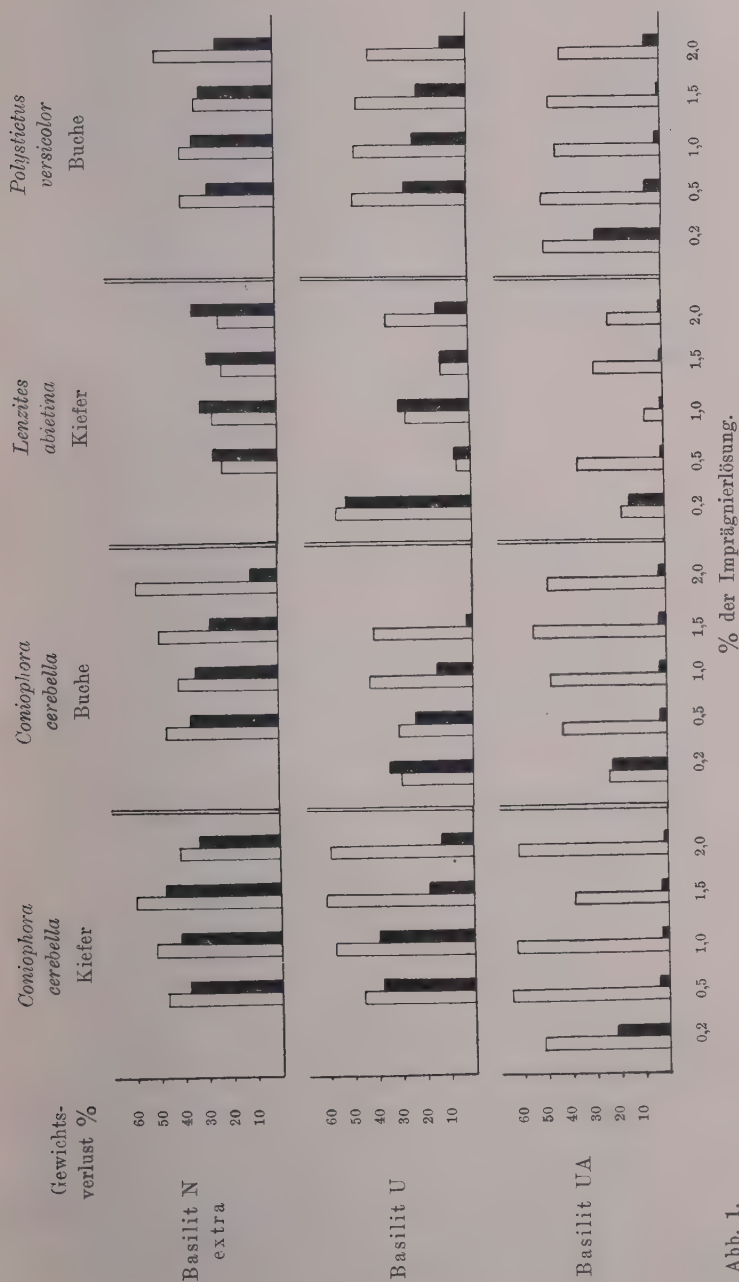


Abb. 1.

fallen die Versuche mit den Konzentrationen 0,5 und 1,5 % aus dem allgemeinen Bild heraus; im Endeffekt ändert sich dadurch aber nichts.)

Basilit UA ergibt Zerstörung bis zur Konzentration von 0,2 %, keine oder nur minimale, für die Praxis bedeutungslose Zerstörung bei 0,5 % und höher.

Die dargestellten Versuche zeigen, daß der Zusatz von Bichromat (Basilit U) die Auslaugbarkeit herabsetzt und daß ein Zusatz von Bichromat und Arsenat (Basilit UA) die Auslaugbarkeit in ganz deutlicher und sehr erheblicher Weise vermindert.

Gew.-Verl. %

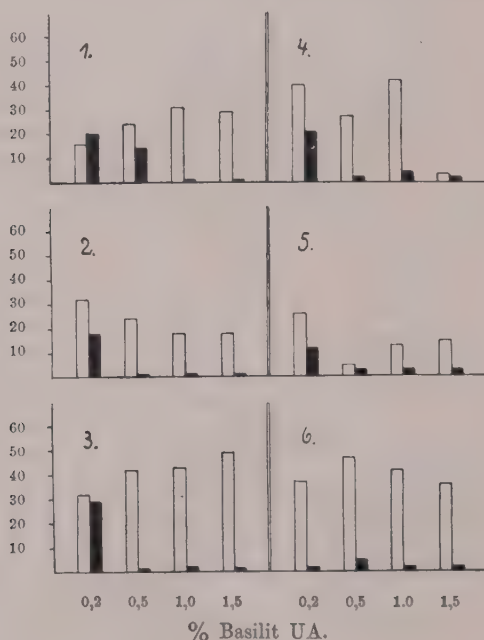


Abb. 2.

1. *Polyporus vaporarius*. 2. *Lentinus squamosus*. 3. *Merulius domesticus*.
4. *Lenzites abietina*. 5. *Lenzites abietina*. 6. *Lenzites abietina*.

In der Abb. 2 sind noch weitere Versuche mit Basilit UA angeführt, und zwar ebenfalls mit 5 Wochen ausgelaugten Klötzchen. Außer den in Abb. 1 dargestellten Ergebnissen mit *Coniophora cerebella*, *Lenzites abietina* und *Polystictus versicolor* sind hier noch Versuche mit *Polyporus vaporarius*, *Lentinus squamosus*, *Merulius*

domesticus sowie 3 weitere Versuche mit *Lenzites abietina* angeführt. Bei den in der Abbildung wiedergegebenen Versuchen 2—5 hat sich überall zwischen der 0,2 und 0,5 %igen Konzentration eine deutliche Hemmungsgrenze eingestellt. Bei dem Versuch 1 liegt die Grenze zwischen der 0,5 und 1 %igen Lösung, weil der hier benutzte Pilz, nämlich *Polyporus vaporarius*, in der Mehrzahl seiner Stämme arsenresistent ist. Bei dem Versuch 6 liegt die Hemmungsgrenze unterhalb der 0,2 %igen Konzentration, und zwar — das sei hier eingefügt — zwischen 0,1 und 0,2 %. Bei den Versuchen 4 und 5 sind in je einem Falle auch bei unbehandelten Klötzchen nur geringe Zerstörungen aufgetreten. Es sind das Erscheinungen, die gelegentlich auftreten, die aber an dem Gesamtbild in diesem Falle nichts ändern.

Die Auswertung dieser Versuchsergebnisse ergibt für die Praxis folgendes:

Die Deutsche Reichspost hat in den Jahren von 1916 ab das alte Basilit N extra in erheblichem Umfange zum Imprägnieren von Telegraphenstangen benutzt. Diese Telegraphenstangen erreichten nach den Ausführungen von Winnig („Archiv für Post und Telegraphie“, Januar 1934) eine mittlere Lebensdauer von 16,2 Jahren. Dabei befanden sich unter diesen Stangen auch Fichten, welche mit Basilit im Einlaugeverfahren derart imprägniert worden waren, daß sie nur 0,3 kg pro cbm aufgenommen hatten. Bei mit Basilit druckimprägnierten Kiefern und Fichten war im Durchschnitt eine Aufnahme von 2,25 kg erzielt worden (Winnig, „Archiv für Post und Telegraphie“ 1935, Nr. 6). Die mit 0,3 kg imprägnierten Stangen können natürlich in keiner Weise als irgendwie geschützt angesehen werden und auch eine Zufuhr von 2,25 kg konnte, wie wir heute wissen, keinen lang dauernden Schutz gewähren.

Bei Eisenbahnschwellen hat man an verschiedenen Stellen mit Basilit N extra eine mittlere Lebensdauer von 14—16 Jahren erreicht, und zwar bei einer Zufuhr von ca. 2—2,5 kg pro cbm. Im Bergbau, d. h. also an Stellen, in denen eine Auslaugung nur von untergeordneter Bedeutung ist, haben mit dem alten Basilit imprägnierte Stempel 25 Jahre gestanden, ohne auch nur Spuren von Fäulnis zu zeigen, trotzdem unbehandeltes Holz an den gleichen Stellen in 2—3 Jahren zugrunde ging.

Für Basilit UA wird eine Zufuhr von durchschnittlich 4 kg, also erheblich mehr als seiner Zeit vom alten Basilit zugeführt

worden ist, empfohlen. Da Basilit N extra, Basilit U und Basilit UA, wie oben schon gesagt, in ihrer Ausgangswirkung als praktisch gleichwertig angesehen werden können, hat — wie aus den oben geschilderten, in Abb. 1 wiedergegebenen Versuchen klar hervorgeht — Basilit UA dem alten Basilit N extra gegenüber den erheblichen Vorteil, sehr viel schwerer auslaugbar zu sein, also die Wirkung im Holz viel länger entfalten zu können. Wenn also schon Basilit N extra bei zu geringer Zufuhr den damit behandelten Stangen und Schwellen eine mittlere Lebensdauer von ca. 16 Jahren gegeben hat, dann ist unbedingt damit zu rechnen, daß die mit Basilit UA bei ordnungsgemäßer Zufuhr von Tränkstoff behandelten Hölzer diese Lebensdauer von ca. 16 Jahren wesentlich übersteigen. Basilit U dürfte in der Beziehung ungefähr in der Mitte zwischen Basilit N extra und Basilit UA stehen.

Zusammengefaßt ergibt sich aus obigen Ausführungen, daß hinsichtlich der Schwerauslaugbarkeit ein riesiger Fortschritt durch Einführung beträchtlicher Mengen Bichromat und Arsenat in die alten Fluor-Dinitro-Imprägniergemische erzielt worden ist.

Besprechungen aus der Literatur.

Bülow, K. v. Deutschlands Wald- und Ackerböden. Einführung in die Bodenbeurteilung im Gelände und die Grundlagen der Bodenschätzung. Mit 40 Abbildungen. Deutscher Boden Bd. III. Verlag von Gebr. Borntraeger in Berlin W 35, 1936, Preis RM 4,80 geb.

Im Gegensatz zu anderen umfangreichen bodenkundlichen Werken enthält das Buch kurz zusammengefaßt das Wesentliche über deutsche Bodentypen, was der Bauer, Forstwirt oder Bodenschätzer braucht. Der Inhalt des Buches ist der Praxis der Bodenkartierung und bodenkundlichen Beratung zu verdanken. Dementsprechend ist sein Inhalt und seine Sprache auch für einen Nichtfachmann leicht verständlich, ohne daß dabei Wissenschaftliches wesentlich vernachlässigt wird.

Nach der Beschreibung des chemischen, physikalischen und biologischen Aufbaus des Bodens sind die deutschen Bodentypen und ihre Beziehungen untereinander behandelt. Bei dieser Betrachtung wurden die Böden immer als Summe der verschiedenen z. T. entgegengerichteten organischen und anorganischen Vorgänge betrachtet. Die einzelnen Bodentypen wurden auf Grund der Bodenkarte von Stremme aufgeteilt und beschrieben. Die deutschen Trockengebiete und Waldgebiete zeigen die Waldkarten von Prof. E. Werth. Man kann nicht die Meinung des Verf. teilen, daß die Buche zu den stärksten Roh-Humusbildnern gehört (S. 49); das kann bekanntlich nur unter bestimmten Bedingungen der Fall sein, nämlich wenn ihre Streu sich langsam zersetzt (Heideboden, trockener Sandboden usw.). Auch einige andere Stellen des Buches sind unklar bzw. widersprechend

und müssen in der 2. Auflage berücksichtigt werden. Am Schluß folgt das Kapitel über Bodenschätzung, Bodenkartierung und Bodenbeurteilung nach seiner Leistungsfähigkeit. Zahlreiche gute Abbildungen, — Photoaufnahmen, Strichzeichnungen und Karten — vervollständigen den Text. Das gut ausgestattete, inhaltsreiche und preiswerte Buch verdient in allen Kreisen unserer Leser eine weite Verbreitung.

M. Klemm

Eckstein, O., Bruno, A. und Turrentine, J. W. Kennzeichen des Kalimangels. Verlagsges. f. Ackerbau m. b. H. Berlin 1937. 235 S. 41 Abb. 54 Taf. Preis: geb. 6.—.

Das Buch ist in deutscher, englischer und französischer Sprache herausgegeben und behandelt in kurzer, zusammenfassender Form die Wirkung des Kaliums auf die Entwicklung in- und ausländischer Kulturpflanzen. Zur Einführung werden unter Beifügung ausgezeichnete Abbildungen die durch Kalimangel hervorgerufenen Schäden an den verschiedenen Teilen der Pflanze geschildert. Phytopathologisch besonders interessant ist die Zusammenstellung der sekundären Wirkungen des Kalimangels auf die Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten, Schädlinge und Witterungseinflüsse. Im Kapitel „Pathologie des Kalimangels“ sind die bisherigen Forschungsergebnisse zusammengestellt und einige typische, durch Kalimangel hervorgerufene Krankheiten aufgezählt. Für eine Anzahl von Kulturpflanzen — Gramineen, Obstbäume und Wein — werden die Beziehungen zur Kalidüngung des näheren beschrieben und durch viele Abbildungen mit ausgezeichneten Mikrophotogrammen belegt. 54 bunte Tafeln geben ein hervorragendes Anschauungsmaterial zur Erkennung von Kalimangelschäden. Das Buch ist nicht nur für die praktische Landwirtschaft ein guter Berater, sondern dürfte darüber hinaus allen, die sich mit Düngungsfragen und den damit zusammenhängenden Problemen beschäftigen, wertvoll sein. Die Ausstattung des Buches ist trotz des niedrigen Preises als vorbildlich zu bezeichnen.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Gaisberg, Dr. Elisabeth von und Oberförster A. Mayer. Waldmoose. 36 Seiten Text mit 36 Kunstdrucktafeln. Zweite erweiterte Auflage. Herausgegeben von der Württemberg. Forstlichen Versuchsanstalt, Selbstverlag. Stuttgart 1936. Preis geb. RM 5,—.

Das Buch soll jedem Biologen und vor allem dem Forstmann das Erkennen der Waldmoose, die bekanntlich wertvolle Hinweise in bezug auf die Beurteilung der Standortsverhältnisse vermitteln können, erleichtern. Auch in der zweiten nach Anregung des Reichsforstamtes erweiterten Auflage haben die Verf. nicht die Absicht gehabt, mit diesem Buch die großen wissenschaftlichen Bestimmungs- und Handbücher für Moose zu ersetzen. In dem Buch werden etwa 50 der wichtigsten Waldmoosarten mit Hilfe von gut gelungenen Photobildern in etwa natürlicher Größe dargestellt. Die Reihenfolge der Waldmoose ist nach ökologischen Gesichtspunkten ihrer Standorte von gut zersetztem Humus bis zum torfartigen Boden angeordnet. Für jede kurz beschriebene Moosart wurden neben den Abbildungen einzelner Pflanzen auch eine Aufnahme von ihrem Rasen beigegeben. Im Text wurden nur die Unterscheidungsmerkmale kurz beschrieben, die mit unbewaffnetem Auge bzw. mit einer Lupe erkennbar sind. Der Text befindet sich auf der Rückseite der vorhergehenden Tafel, so daß der

Leser den Text und das entsprechende Bild gleichzeitig vor Augen hat. Die Auswahl, Technik der Photoaufnahmen und ihre Wiedergabe auf einzelnen miteingebundenen Kunstpapierblättern entspricht den an solche Bildwerke gestellten hohen Anforderungen. Erwünscht wäre ein kurzes Verzeichnis der beschriebenen Waldmoose nach ihren Standortsverhältnissen (vielleicht in Tabellenform) angeordnet; dadurch könnte die Orientierung gerade Anfängern erleichtert werden. Trotz der 36 starken Kunstdrucktafeln hat das Buch sein Taschenformat behalten und kann bei Wanderungen und Ausflügen jedem gute Dienste leisten. Seinem Inhalt und der sehr guten Ausstattung nach ist das Buch als preiswert zu bezeichnen.

M. Klemm.

Herrlich, Albert. Land des Lichtes. Deutsche Kundfahrt zu unbekannten Völkern im Hindukusch. Verlag Knorr & Hirth, G. m. b. H. München 1938. Preis RM 4,—, geb. RM 5,50.

Der Bericht über die deutsche Hindukusch-Expedition 1935, die unter der Leitung von Univ.-Dozent Dr. A. Scheibe-Gießen stand, steht noch aus, ist aber demnächst als Veröffentlichung der Deutschen Forschungsgemeinschaft zu erwarten. In dem vorliegenden Buch schildert der Arzt der Expedition Land und Leute in Nuristan, dem Land des Lichtes, das auch nach seinen Bewohnern, den Kafiren, als Kafiristan bezeichnet wird. Er läßt uns in Wort und Bild die Freuden und Leiden der Expeditionsteilnehmer erleben, die auf ihrer Suche nach ursprünglichen Arten der Kulturpflanzen das Land und seine Bewohner kennenlernen und nicht nur von ihrem Landbau, sondern auch von ihren Bräuchen und Sitten erzählen. Bis an die Grenze Indiens ins Land Chitral führt der Weg die jungen Forscher, deren Bericht über die landwirtschaftlich-botanischen Ergebnisse wir mit Interesse entgegensehen.

Snell.

Holz als Roh- und Werkstoff. Zeitschrift, herausgegeben von Prof. Dr. F. Kollmann. Verlag J. Springer. Berlin 1937. Preis vierteljährlich RM 6,—, Einzelheft RM 2,50.

Obige neugegründete Zeitschrift, deren Oktober-November-Heft (Umfang 72 Seiten) vor kurzer Zeit erschienen ist, behandelt alle Fragen, die mit der Nutzung von holzliefernden Pflanzen und mit den Nutzhölzern selbst verbunden sind. Abgesehen von reichhaltigen Originalaufätzen enthält die Zeitschrift einen umfangreichen Referatenteil, der in Anlehnung an die „Technologie des Holzes“ von F. Kollmann, sich in folgende Hauptgebiete gliedert: Allgemeines, Botanik, Schädlingskunde, Forstwissenschaft und Forstwirtschaft. Physik und Chemie, Schutz, Trocknung und Technologie des Holzes, Holzverwertung und Holzindustrie. Für die Mitarbeit ist ein großer Stab namhafter Wissenschaftler gewonnen worden. Ausstattung und Bildmaterial sind erstklassig.

Bärner, Berlin-Dahlem.

Kirchheimer, Fr. Grundzüge einer Pflanzenkunde der deutschen Braunkohlen. Verlag von Wilhelm Knapp, Halle a. S., 1937. Preis broschiert RM 7,50, gebunden RM 8,70.

Das 153 Seiten starke Buch soll eine Übersicht über die in den deutschen Braunkohlenlagern bisher gefundenen erkennbaren Pflanzenteile geben. Das Braunkohlentertiär, das hauptsächlich berücksichtigt worden ist, liefert vollständige Abdrücke nur von niederen Pflanzen, sonst nur Teile wie Stammreste, Blätter, Früchte.

Der 1. Teil des Buches beschäftigt sich mit dem Vorkommen der Pflanzenreste in der Braunkohle und ihren Begleitschichten. Der 2. Teil bringt die botanische Zugehörigkeit der wichtigeren Pflanzenreste: Blattabdrücke, Früchte, Samen und Pollenkörner, und der 3. Teil beschäftigt sich mit dem Alter der an Pflanzenresten besonders reichen deutschen Braunkohlenvorkommen.

Durch die reiche Ausstattung mit 117 Abbildungen im Text dürfte das Buch geeignet sein dem, der sich mit der Braunkohlenflora beschäftigen will, einen guten Überblick zu gewähren. Snell.

Klapp, E. Taschenbuch der Gräser. Ihre Erkennung und Bestimmung, Bewertung und Verwendung. 199 S. mit 240 Abb. Paul Parey, Berlin 1937. Geb. RM 5.80.

Wer fürchtet, das neue Taschenbuch der Gräser vermehre die Zahl der bereits vorhandenen Bestimmungsbücher, dem sei zunächst gesagt, daß es die alte seit Jahrzehnten bewährte Streckersche Schrift in neuem Gewande ist. Dieses Gewand ist freilich so andersartig geworden, daß der Verfasser mit Recht sein Werk als völligen Ersatz bezeichnet, der notwendig geworden ist durch die Überalterung der Abbildungen und der Standortsangaben und durch die Verschiebungen bei Bewertung und Verwendung der Gräser. Und wenn er als weiteren Grund hierfür die Möglichkeit anführt, die Bestimmung der Arten heute einfacher und gleichwohl genau zu gestalten, so liegt darin zweifellos zunächst der am meisten in die Augen springende Vorzug des Buches. Nach zwei einleitenden Abschnitten über die Bedeutung der Gräser und ihrer Kenntnis und über Lebensdauer, Wuchs und Merkmale der Gräser nehmen die nächsten die Bestimmung behandelnden 6 Kapitel den weitaus größten Raum ein. Jeder Schritt ist hier auf das genaueste durchdacht, so daß ein sicher und leicht — im allgemeinen sind nur die mit bloßem Auge erkennbaren Einzelheiten als Merkmale verwendet worden — zum Ziele führender Bestimmungsschlüssel entstanden ist. Vorzügliche Dienste leisten dabei die zahllosen, vom Verfasser selbst angefertigten Zeichnungen. Anschließend werden Lebensweise und Verwendung der Gräser in alphabetischer Anordnung besprochen; hier kann der Verfasser bekanntlich aus einem reichen Schatz eigener Erfahrungen schöpfen. Tabellarische Anordnungen der Gräser nach Standortsansprüchen, Nutzwert und Verwendbarkeit sowie Zusammenstellungen der praktisch verwendbaren Futtergräser und der Saadmischungen runden dieses vorzüglich gelungene Werk ab, das jedem, der sich eine gediegene Gräserkenntnis aneignen will, auf das wärmste empfohlen werden kann. Braun, Berlin-Dahlem.

Küster, Ernst, Pathologie der Pflanzenzelle. Teil II. Pathologie der Plastiden. Protoplasma-monographien. 13. Band. Borntraeger Berlin 1937.

Der Name Küster ist mit der pathologischen Anatomie der Pflanzen eng verbunden. Er charakterisiert eine besondere Art systematischer Forschung. Jedes Symptom ist das Ergebnis einer Versuchsfrage und nicht nur eine als Begriff beschriebene Erscheinungsform.

Hier greift Küster von den Körpern des Zellinhaltes die Plastiden heraus und beschreibt ihren krankhaften Form- und Strukturwechsel. Der Farbwechsel bildet nur einen Anhalt. Charakteristisch ist die Art der Einteilung. Es wird nicht etwa grundsätzlich nach der Art der

entstehenden Formen unterteilt, sondern, wo es geht, bilden die verschiedenen Ursachen die Grundlagen der systematischen Aufzählung.

Unter Zwangsformen versteht Küster das, was unter dem Einfluß äußerlicher Energieeinwirkungen zustande kommt; z. B. Wirkungen des Zentrifugierens, des Schleuderns oder der Plasmolyse und dergleichen mehr. Bei der Beschreibung abnormer Gestaltung durch Wachstum ist das Thema schon schwieriger unter diesem Gesichtspunkte zusammenzufassen. Hier muß die Formbildung notgedrungen das System beherrschen, und das in der Funktion des Formensystems zufallsmäßig Aufgereichte durch die Ursachen dargestellt werden. Eine dritte Variante in der Behandlung der Materie finden wir unter dem Titel „Kapillare Kontraktion und Expansion“. Hier sind die Verhältnisse der Oberflächenspannungen und die aus ihnen erklärbaren Formbildungen Grundlage der Behandlungsweise. Wo die beobachtete Form mit Einwirkungen der Außenwelt in ursächliche Beziehungen gebracht werden kann, geschieht es. In einem besonderen Teil werden die mit den „kapillarbedingten Phänomenen“ verwandten Formänderungen beschrieben, welche die Plastiden bei der Teilung durchmachen. Unter dem Gesichtspunkte „Substanzverlust der Plastiden“ steht ein Teil, der den Titel Reduktion trägt und das Kapitel „Formwechsel“ abschließt. Das zweite Kapitel „der Strukturwechsel“ gibt einen Einblick in die schwierigsten Arbeiten der Plastidenforschung. Es ist besonders wertvoll, weil man nun eine Quelle hat, aus der Klarheit bezüglich der Terminologie dieses überspezialisierten Gebietes geschöpft werden kann. Es würde hier zu weit führen, wenn der Einfluß der Stärkespeicherung oder -abwanderung, der Pyrenoidzerfall, die Plastidenagglutinationen, die Fusion, die Quellung und die Vakuolisierung, die Lipophanerose, die Varianten der Nekrose und aus dem Anhang die Chlorophyllolyse und die Chlorolyse und dergleichen mehr alle einzeln behandelt werden sollten.

Zu bekritteln ist die betont theoretisch gehaltene Form der Darstellung. Das Streben, die Theorie der Phytopathologie aus Untersuchungsergebnissen abzuleiten, die an theoretisch interessanten Objekten der allgemeinen Phytologie gewonnen sind, kann wertvoll sein, darf aber nicht zum Prinzip ausarten. Solches fordern sachliche Momente der Problemstellung aus der Pathologie. Daß letztere aus praktischer Erfahrung wertvollste Bausteine ihres Fundamentes gewonnen hat, darf nicht vergessen werden, denn es verpflichtet, das System der wissenschaftlichen Phytopathologie im Umgang mit praktisch interessanten Objekten aufzubauen.

Wartenberg, Dahlem.

Marzell, H. Wörterbuch der deutschen Pflanzennamen. Hirzel, Leipzig, 1937. Lief. 1 RM 5,—. Das Werk erscheint in 20 bis 25 Lieferungen.

Der Verfasser hat während 35 Jahren die deutschen Pflanzennamen gesammelt und beginnt nun, seine Schatzkammer zu sichten. Die Preußische Akademie der Wissenschaften nahm das Unternehmen unter ihre Obhut, und der Sprachwissenschaftler Wilhelm Wissmann zeichnet für die sprachlichen Belange verantwortlich.

Es gibt wohl nur einen Menschen, der darüber urteilen kann, wie weit das Werk die Sachkenntnisse und die Vollständigkeit erreicht, die menschliche Planung und Arbeitskraft zu erreichen und zu leisten imstande sind. Die erforderliche Übersicht hat nur der Verfasser selbst.

Was wir aber schon auf Grund unseres Eindruckes von der 1. Lieferung bewundern und mit Worten besonderer Achtung würdigen müssen, das ist die Arbeitsleistung, die dem Ganzen zugrunde liegt, und die Bescheidenheit, mit der die Sache dargestellt wird.

Wenn uns ein kritisches Wort erlaubt sei, so wagen wir zu behaupten, daß die Bescheidenheit mit dem Ziel der Raumersparnis zu weit gegangen ist. Eine Textprobe: „/ Lön Schlewig Wb. 3. 517; Koschneiderei (Wpreußen): Rink 37 / Lehne 1775 Gleditsch 1, 289; Nemn. 1, 46; D.Wb. 6. 751; Hirschenhof (Livland): Zfd. Mda. 1923, 74 / Lenne Nemn. 1. 26; D.Wb. 6. 751; 1779 Heppe 255“ usw. Man bedenke, daß die geheimnisvollen Zeichen der Tätigkeit eines virtuoson Abkürzers entstammen und Quellennachweise sind. Es bedarf einiger Übung, um sich mit den Zeichen und Abkürzungen zurecht zu finden.

Dieses Wörterbuch der deutschen Pflanzennamen wird für den Botaniker ebenso wertvoll sein wie für den Sprachkundler. Nicht allein der Systematiker und der Pflanzengeograph, sondern auch die zu neuem Wachstum angeregte Kräuterkunde erfahren hier eine Bereicherung ihres Wissensgutes. Vielleicht wird es mit diesen vielen schönen deutschen Pflanzennamen gelingen, im Laufe der Zeit den Freundeskreis der Pflanzenkunde zu erweitern.

Wartenberg, Dahlem.

Möbius, M. Geschichte der Botanik. Von den ersten Anfängen bis zur Gegenwart. 458 Seiten. Preis: Brosch. 18,—, geb. 20,—. Gustav Fischer in Jena 1937.

Der Verfasser schreibt im Vorwort, es sei ein Wagnis, heute eine „zusammenhängende und umfassende Geschichte“ der Botanik erscheinen zu lassen, denn der Autor müsse einen Vergleich mit so ausgezeichneten Werken, wie dem von Sachs, bestehen. Es scheint dies nicht die größte Gefahr zu sein, der man mit einem solchen Unternehmen begegnen kann. In den großen Handbüchern, in den vielen monographisch bearbeiteten Werken der weitgehend spezialisierten Teilgebiete der botanischen Wissenschaften ist ein reiches Quellenmaterial so leicht erfaßbar, daß der Leser sich von einer „zusammenhängenden und umfassenden Geschichte — von den ersten Anfängen bis zur Gegenwart“ eine recht anspruchsvolle Vorstellung machen muß. Außerdem findet ein solches Werk heute fast nur Leser, von denen jeder ein Spezialist auf irgendeinem Gebiet und deshalb leicht geneigt ist, seinen Maßstab an „sein Kapitel“ zu legen und nach dem Ausfall des Vergleiches das Gesamtwerk zu beurteilen. Auch von einem Geschichtsschreiber kann man heute nichts anderes erwarten, als daß er diejenigen Disziplinen der Wissenschaft, in denen er sich zu Hause fühlt, bevorzugt behandelt.

Wir kommen auf der Grundlage solcher Voraussetzungen schließlich dazu, folgende Frage zu stellen: Ist eine Geschichtsschreibung in der vom Autor des vorliegenden Buches gewollten Art und Weise heute überhaupt noch möglich? — Wissen schaffen heißt heute: Tatsachen feststellen und in Zentimeter, Gramm und Sekunden darstellen. Jeder, der einige Jahre Geschichte miterlebt hat, weiß, daß kleine und große, zusammenfassende Ideen in der beschreibenden Naturwissenschaft einen Wert als didaktisches Hilfsmittel haben, als Arbeitshypothesen Anlaß zur induktiven Forschung sein können, aber vielleicht morgen schon als peinliche Verpflichtung empfunden werden. Wir leben im Gefühl, als ob die Idee des Objektiven sich unabhängig vom denkenden Sub-

jekt aus der Summe der Erfahrungen darstellen würde. Anschauungen haben deshalb keinen festen Kurs, man meidet die Bindung mit Theorien, denn sie haben morgen vielleicht nur noch eine — praktisch unbrauchbare — historische Bedeutung. Dies ist die „geistige Situation unserer Zeit“, die den Denkprozeß zwingend beherrscht.

Was soll unter solchen Umständen die Geschichtsschreibung anfangen? Die Darstellung einer Geschichte der vielumfassenden Ideen, eine Geschichte des Wechsels der Anschauungen ist möglich, sie hätte aber für die Wissenschaft und vor allen Dingen für ihren Fortschritt keine Bedeutung. Eine geschichtliche Gliederung der Sammlung von Erfahrungswissen hat immer großen Wert. Wie aber eine umfassende, zusammenhängende Darstellung geschaffen werden kann, ist heute noch ein ungelöstes Problem.

In dem vorliegenden Werk sind wertvolle Teile, die ihm zweifellos einen bleibenden Wert sichern werden. Das, was der Autor unter dem Titel „Angewandte Botanik“ als Geschichte der Landwirtschaftlichen Botanik, der Forstbotanik, des Gartenbaues und der Phytopathologie beschrieben hat, umfaßt 28 Seiten. Dieses Papier ist unnütz bedruckt worden. Auf einer halben Seite hätte man Hinweise auf Werke geben können, in denen die Geschichten der Teilgebiete aus der Angewandten Botanik wirklich dargestellt sind.

Wartenberg, Dahlem.

Molisch, H. Der Einfluß einer Pflanze auf die andere. Allelopathie. Verlag Gustav Fischer, Jena. 1937. Preis brosch. RM 4.50.

Nach einer geschichtlichen Übersicht über den Einfluß einer Pflanze auf eine andere bei Parasitismus, Symbiose, Transplantation, Mikroorganismen und mitogenetischen Strahlen bespricht Verfasser den von amerikanischen Forschern untersuchten Einfluß der Früchte auf das Wachstum und andere Vorgänge. Als wirksamer Bestandteil der Ausdünstungen von Äpfeln und Birnen ist Äthylen festgestellt worden, das vor allem eine schnellere Reife anderer Früchte bewirkt.

In dem Hauptteil der Arbeit beschreibt Verfasser eine große Zahl eigener Versuche, die zeigen, daß die Apfelfluft bei dauernder Einwirkung die Keimung der Samen und das Wachstum der Keimlinge hemmt, bei kurzfristiger Einwirkung dagegen fördert: daß beblätterte Pflanzen nach kurzer Einwirkung von Äpfeln die Blätter und blühende die Blüten fallen lassen; daß Apfel eine starke Wucherung des Füllgewebes der Lenti-Zellen von Sprossen bewirken; daß das Austreiben der Knospen bei dauerndem Aufenthalt in Apfelfluft gehemmt, bei kürzerem gefördert wird; daß unter dem Einfluß von Äpfeln bei Keimblättern epinastische Krümmungen erfolgen, und daß das Auskeimen der Pollenkörner beschleunigt wird. Wurzeln erleiden bei dauernder Einwirkung eine Hemmung des Längenwachstums, eine Verdickung der wachsenden Zone und verlieren die Fähigkeit, sich scharf positiv geotropisch einzustellen. Die Entwicklung des Kallus bei *Populus nigra* und *Salix* sp. wird durch Apfel stark gefördert, die Anthocyanbildung bei Mais und Wickenkeimlingen gehemmt oder verhindert.

Das Apfelgas wird nur vom lebenden Apfel und zwar vom Fruchtfleisch in größeren Mengen als von der Schale ausgeschieden.

Das Buch enthält eine Fülle von Ergebnissen, die hier nur zum Teil angedeutet werden konnten.

Snell.

Russel, Sir E. John. Boden und Pflanze. 2. Auflage. Verlag von Theodor Steinkopf, Dresden und Leipzig 1936. 446 Seiten. Brosch. RM 30.—, gebunden 32.—.

Wenn das in englischer Sprache bereits zum sechstenmal erschienene Buch nun zum zweitenmal in deutscher Sprache herauskommt, so ergibt sich aus einem Vergleich der ersten deutschen Ausgabe von 1914 mit der neuen vorliegenden ein deutliches Bild von der raschen Entwicklung, welche die Bodenkunde in diesem Zeitraum genommen hat. Es ist klar, daß ein so umfangreiches Gebiet — das mit dem gebräuchlichen Ausdruck „Bodenkunde“ wohl nicht genügend umrissen ist — in einem nicht einmal sehr umfangreichen Buch nur unter schärfster Konzentration auf die wichtigsten Arbeiten und Teilgebiete abgehandelt werden kann. Gerade in dieser meisterhaften Beschränkung aber liegt der Wert des wohl in der ganzen Welt bereits bekannten Buches, das ja nicht nur für den Bodenkundler allein, sondern für alle, die sich mit unseren Kulturpflanzen befassen, von größtem Interesse ist. Trotz dieser Beschränkung ist das Buch gegenüber seiner ersten deutschen Ausgabe um fast das Doppelte gewachsen, ferner bereichert durch ein ausführliches Inhaltsverzeichnis und ein erheblich erweitertes Sachregister. Unterteilt ist die Neuausgabe in neun Kapitel, von denen die wichtigsten hier genannt seien: Der Einfluß des Bodens auf das Wachstum der Pflanzen, die Zusammensetzung des Bodens, der Boden in der Natur, die Mikroflora des Bodens, die biologischen Verhältnisse im Boden, schließlich Boden und Pflanze.

Bei einem bereits so bekannten und bewährten Buch erübrigt sich eine ins Einzelne gehende Besprechung. Nur ein Wunsch sei zu einer späteren weiteren Auflage geäußert. Die vorliegende deutsche Ausgabe ist auffallend arm an photographischen Abbildungen, deren Beschaffung aber kaum schwierig sein dürfte. Das so anschaulich geschriebene Buch würde durch eine Vermehrung der photographischen Wiedergaben in seiner bildlichen Ausstattung viel gewinnen, die bei dem weiten und verschiedenartig zusammengesetzten Leserkreis besonders wichtig ist.

Voss, Berlin-Dahlem.

Schlenker, G. Die Wuchsstoffe der Pflanzen. Verlag J. F. Lehmann, München/Berlin 1937. 106 Seiten. Preis geh. RM 4,80, geb. RM 6.—.

Die im letzten Jahrzehnt so stark vorwärts getriebene Forschung auf dem Gebiet der pflanzlichen Hormone findet in dem vorliegenden Buch eine übersichtliche, klare und knappe Darstellung. Den Hauptteil macht die Besprechung der besonders eingehend erforschten Auxine oder A.-Wuchsstoffe aus. Die Methoden des qualitativen und quantitativen Nachweises der Auxine werden einleitend kurz geschildert. Die Bedeutung der Auxine für Wachstum, photo- und geotropische Krümmungen, primäres und sekundäres Dickenwachstum wird kritisch dargestellt. An diesen Hauptteil der Schrift schließt sich eine Schilderung der B-Wuchsstoffe (Bioswuchsstoffe) und Vitamine. Zum Schluß wird in sachlicher Art auf die Möglichkeiten der Entwicklungsbeeinflussung der höheren Pflanze, die ja für Gärtnerei und Landwirtschaft von besonderem Interesse sind, eingegangen. Die durchaus klare und von jeder, gerade auf diesem Gebiet leider so häufig anzutreffenden Übertreibung freigehaltene Schrift wird sowohl für den Biologen, wie auch für den Pflanzenbauer von Nutzen sein können. Voss, Berlin-Dahlem.

Schmucker, Theodor. Geschichte der Biologie. Verlag Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 1936. 296 Seiten. Preis geh. RM 10,—, in Leinen RM 12,—.

Das vom Verfasser seinem Lehrer Goebel gewidmete Werk soll einen Überblick geben über die Entwicklung der Biologie, über die geistigen Kämpfe, die wegen verschiedener Anschauungen von den Gelehrten ausgefochten wurden und die vielfach ihrer ganzen Zeit das Gepräge aufdrückten. Der Zweck dieser geschichtlichen Darstellung ist in erster Linie der, „zur Besinnung darüber anzuregen, wie die Wissenschaft Altes verdrängend entstand, was sie nach Ausweis der historischen Tatsachen leisten kann und soll, was sie erreicht hat und noch erhoffen läßt“.

So rollt sich ein Bild ab von der Entwicklung der Biologie, ihren Anfängen in der Vorzeit, ihrer Bedeutung bei den Griechen, den Römern und Arabern, der Vorherrschaft der Gedanken des Aristoteles im Mittelalter, den Anfängen der Naturgeschichte im 16. Jahrhundert und weiter über Linné und Pasteur bis Darwin, um nur die ganz großen Gipfelpunkte dieses Geschehens hervorzuheben. In der Zeit nach Darwin werden dann die Erkenntnisse und Theorien behandelt, die uns bereits gegenwartsnah sind.

Verfasser zeigt, wie die „rationelle Biologie, d. h. die verstandesbetonte Methode der Erfahrungswissenschaft, die nur gelten lassen will, was man sinnenfällig beweisen kann“, erst seit der Renaissance allmählich hochgekommen ist. Viele tiefgreifende Tatsachen und wichtigste Anwendungsmöglichkeiten sind uns dadurch erschlossen worden. Und wenn es uns auch verwehrt ist zu ermitteln, „was die Welt im Innersten zusammenhält“, so wollen wir uns mit der historischen Tatsache begnügen, „daß es einen wirklichen und gewaltigen Fortschritt der Erkenntnis gegeben hat, und daß es unsere Aufgabe ist, den steinigen Pfad gesicherten Erkennens weiterzuschreiten, wovon wir nicht lassen können“.

Ein Buch, das man gerne zur Hand nimmt, zeigt es uns doch den großen Anteil der deutschen Forscher an dem bisher Erreichten, die führende Rolle, die sie oft spielten, und die dazu beitrug, das Ansehen des deutschen Volkes zu heben.

Snell.

Ulbrich, E. *Essbar oder giftig?* Ein Ratgeber für Pilzsammler.

88 Seiten, mit 2 Textabbildungen und 48 farbigen Abbildungen auf 2 Tafeln. Verlag der Grünen Post. Berlin 1937. Preis gebunden RM 1,80.

Ein preiswertes Büchlein, das für den durchschnittlichen Pilzsammler alles Wissenswerte über Speise- und Giftpilze, Pilzvergiftungen, Verwertungsmöglichkeiten, Nähr- und Speisewert, sowie eine kurze, allgemeinverständliche Abhandlung über das Wesen und Werden der Pilze enthält. Hervorzuheben ist, daß die farbigen Abbildungen der wichtigsten Speise- und Giftpilze, soweit dies bei einem billigen Druck möglich ist, überraschend gut gelungen sind und die charakteristischen Merkmale recht gut zeigen. Im Interesse der Vermeidung der leider jedes Jahr wieder vorkommenden Pilzvergiftungen und im Hinblick auf die vermehrte Nutzbarmachung der Pilze für die menschliche Ernährung ist dem Buche weiteste Verbreitung zu wünschen.

H. Richter, Berlin-Dahlem.

Urbach, E. und Berger, F. Das Heufieber und seine Behandlung. IX und 180 S. mit 83 z. T. farbigen Abbildungen. Verlag Wilh. Maudrich, Wien, 1937. Preis geb. Lwd. RM 12,—.

„Nach verlässlichen wissenschaftlichen Angaben“, so heißt es im Vorwort, leiden 1200000 Amerikaner, 600000 Deutsche usf. im Früh- bzw. Spätsommer an schweren Nasen-, Augen- und Lungenkatarrhen, den Erscheinungen des Heufiebers. Die Zahlen sind sicherlich nicht zu hoch und dürften ständig noch im Steigen begriffen sein. Sie allein rechtfertigen schon das Erscheinen dieses Buches, das nicht nur für den Mediziner, sondern auch für den Botaniker von allergrößtem Interesse sein dürfte und das zeigt, wie förderlich das Zusammenarbeiten von Vertretern der beiden Disziplinen Medizin und Botanik für die Lösung des Fragenkomplexes dieser allergischen Erscheinungen ist.

Das klinische Bild kann außerordentlich verschieden sein. In schweren Fällen können Asthma, Ekzeme, Urogenital- und Magen-darmstörungen auftreten. Das Heufieber ist an kein Lebensalter gebunden und kann sich bereits im frühesten Kindesalter bemerkbar machen.

Zumeist kommen Pollen von Gräsern, Sträuchern und Bäumen als allergischer Faktor in Betracht, seltener Duftstoffe z. B. von Linde, Robinie, Holunder, Rose. Als wichtige Zusatzallergene sind noch zu nennen tierische epitheliale Substanzen wie Haare, Wolle, Federn, Schuppen von Schmetterlingen u. dergl.

Es wird eine große Anzahl krautiger Pflanzen und Bäume beschrieben, deren Pollen Heuschnupfen auslösend wirken, und es wird versucht, durch Heranziehung der Phänologie der Heufieberforschung zu dienen. So befindet sich z. B. über ganz Österreich verbreitet ein ca. 90 phänologisch arbeitende Stationen umfassendes Beobachtungsnetz, deren Ergebnisse für die Anlage eines Blütenkalenders verwendet werden, mit deren Hilfe es dann möglich sein wird, sogar seltene oder bisher unbekannte Heufiebererreger ausfindig zu machen.

Nach kritischer Besprechung der üblichen kutanen, intrakutanen, nasalen, konjunktivalen und bronchialen Testmethoden wird die „ebenso ungefährliche wie rasche und sichere Methode der nasalen Testung“ empfohlen.

Dann wird gezeigt, daß mittels Papain abgebautes Sameneiweiß dem Polleneiweiß sehr nahesteht. Dieses Produkt wird als „Semin“ bezeichnet. Aus Samen 10 verschiedener Grasarten wird ein Präparat, das „Polysemin“ hergestellt. „Polyfrumin“ wird ein Präparat genannt, das durch peptischen Abbau von Getreidekleie aus Roggen, Weizen, Mais gewonnen wird. Ein Mischprodukt aus Blüteneiweiß von Linde, Robinie, Holunder, Jasmin und Liguster hat den Namen „Polyflorin“ erhalten. Mit diesen 3 Präparaten in Tablettenform wird — nach nasaler Testung — peroral die Deallergisierung durchgeführt, die durch systematische etwa 3—4 Wochen währende Behandlung eine dauernde sein soll.

Es wäre außerordentlich erfreulich, wenn diese völlig ungefährliche und andererseits auch schmerzlose Methode wirklich zum Ziele führen würde.

Stapp.

Werden und Wachsen 1938. Kalender der Freunde des Gartens, von Blumen, Tieren und der Natur. Gartenbauverlag Trowitzsch & Sohn, Frankfurt (Oder). Preis RM 2,70.

Gartenliebhaber und Kleingärtner werden auch an diesem Kalender wieder wegen seiner zahlreichen schönen Abbildungen und Ratschläge ihre Freude haben.

Snell.

Neue Mitglieder der Vereinigung für angewandte Botanik.

Kütke, Dr. Karlheinz, Außenstelle für Pflanzenschutz, Heppenheim a. d. Bergstraße.

Semsroth, Hans, Diplom-Landwirt, Ebstorf, Kreis Uelzen.

Adressenänderungen.

Brehmer, Dr. W. v., Regierungsrat, Berlin-Schöneberg, Hauptstraße 121 II.

Bremer, Dr. Hans, Izmir-Bornova (Türkei).

Gante, Dr. Th., Geisenheim a. Rh., Adolf-Hitler-Straße 65.

Rost, Dr. H., Dessau, Elisabethstr. 12.

Zahn, Dr. H., Trier, Südallee 32.

Personalmeldungen.

Am 25. November konnte unser Mitglied Professor Dr. Kurt Opitz, der Direktor des Instituts für Acker- und Pflanzenbau an der Universität Berlin seinen 60. Geburtstag begehen. Er wurde 1921 als Nachfolger von Geheimrat Professor Dr. v. Rümker an die Landwirtschaftliche Hochschule, jetzt Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Berlin, berufen. Unter seiner Leitung entstanden das neue Institut in Dahlem und die Versuchsfelder in Dahlem, Bornim (1928) und Thyrow (1936).

Unser Mitglied Dr. K. Ludewig ist zum Regierungsrat an der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem ernannt worden.

Unser Mitglied Dr. habil. J. Voss ist zum Dozenten an der landwirtschaftlich-tierärztlichen Fakultät der Universität Berlin für das Fachgebiet Pflanzenbau ernannt worden.

Sachregister

- Abavit 449
Acalypha indica L. 508
A. hispida Bur. 508
Acer campestre L. 175
A. platanoides L. 175
A. pseudoplatanus L. 175
 Agrikulturchemie 511
 Akronekrose bei Kartoffeln 158
 Aktive Resistenz 104
 Allelopathie 592
 Ammoniakgas-Einfluß 173
Andropogon eusorghum Asch. et Graebn. 61
 — *halepensis* Brot. 59
 — *sorghum* Brot. 59
A. saccharatus Kunth, var. *technicus* Keke. 61
 Anfälligkeitsprüfungen, Laub- u. Nadelhölzer 119
 Anfangstranspiration 379
 Anthocyanbildung 228
 — bei jungen Gerstenpflanzen 225
 — und Bodenbeschaffenheit 235
 — und Kaliumernährung 230
 — und Kohlensäuregehalt 237
 — und Phosphorsäureernährung 229
Anthriscus nemorosus 184
 Anwelkmethode 369
Aphelenchoides fragariae 537
 Arsenhaltige Mittel 18
 Arsensalze, Auslaugbarkeit 33
 Arsensäure 31
 „Ascu“ 37
Asparagus plumosus 130
Aspidiotus hederæ Sign. 130
 Aufaufgeschwindigkeit, Einfluß der Herkunft 215
 —, sorteneigentümliche bei Kartoffeln 205
 Auslaugerversuche 21
Bacterium fluorescens 492
 — *phytophthorum* Appel 141
 Bakterienkrankheit der Weide 123
 Banat, Leinkrankheit 163
 Bekämpfungsmaßnahmen der Pasmokrankheit von Lein 171
 Besenhirse 60
 Besenmohrhirse 61
 Bestockungsvermögen, sortenverschiedenes 285
 Biologie des Bodens und Schlammes 222
 Biotypenfrage bei *Fuskladium* 562
 Blattföhrchen bei *Tr. durum* 253
 Blattparenchym, Fixierungen 345
 Blühbeginnzeiten, Verkürzung der 459
 Blutfennich 53
 Bluthirse 53
 Boden und Pflanze 593
 —, Wasser, Düngung 549
Brassica oleracea 337
 Bromwasser 449
Calendula arvensis 184
Ceratostomella (*Graphium*) 120
Cereus grandiflorus Mill. 505
 Chemischer Holzschutz 5
 Chinosol 449
 Chromarseniat 37
 Chromatolyse, Kerne 338
 Cicer 184
Citrullus vulgaris Schrad. 162
Coix lacryma var. *agrestis* Backer 78
Coleus hybr. 369
Coniophora cerebella 24
 „Crab grass“ 54
Cronartium Dietr. 124
Cucumis melo L. 162, 554
 — *sativus* L. 161, 162
 Cucurbitaceen, viruskranke 553
Cucurbita pepo L. 161, 162, 554
Dactylis glomerata 344
Dasycephala Willkomm Hartig 125
Datura stramonium 554
Daucus Carota, Geschlechtsverteilung in den Blütenständen 335
 Degeneration bei Kulturpflanzen 313
 — nach Röntgenbestrahlung 357
 Degenerationserscheinungen in der Anthere bei Kartoffel 318
 Der deutsche Wald 94
 Dinitrophenol 19
 Drahtwurmschäden bei Mais 153
 Düngung und Impfung 464
 Elektrolicht und -wärme in Treibbeeten 309
Eleusine coracana Gärt. 71, 73
 — *indica* Gärt. 71
 — *stricta* Roxb. 73
 Entwicklungsbiologie und Ganzheit 430
 Entwicklungsbeschleunigung bei Sojabohnen 441
Ephestia elutella 540
Eragrostis pilosa Beauv. 73, 74
 Ernährung der gärtnerischen Kulturpflanzen, Handbuch der 546
Ervum Ervilia L. 184
Erysiphe cichoracearum DC. em. Salm 161
 Europäisches Hirsegebiet 80
 Farbmethode, Degenerationserscheinungen 345
 Festschrift zum 80. Geburtstag von H. Molisch 430
Festuca pratensis 344
 Feuchtprovenienz 264
 Feuchtypus, Welkungskurven an Blättern 388

- Fingerhirse oder Koraken 71
 Fleckennekrose, braune 356
 —, weiße 356
 Fluoraufnahme durch Rinde 172
 — durch Sprosse 172
 Fluor-Rauchschäden 172
 Fomus annosus 34
 Formalin 449
 Forschung, landwirtschaftlich-
 chemische 1936, 433
 Fritfliegenproblem bei Hafer 260
 Fritfliegen-Resistenz und Wachstums-
 rythmus der Hafersorten 280
 Fritfliegenschäden bei Mais 153
 Fusikladium-Forschung, Neuere Ergeb-
 nisse der 561
 Garten als Zauberschlüssel 432
 Garten, Deutscher 549
 Gartenfreude 551
 Gelbhaferarten, fritresistente 288
 Germisan 449
 Geschichte der Biologie 594
 — der Botanik 591
 Geschützte Pflanzen, Taschenbuch 551
 Gewebenekrose 505
 Giftempfindlichkeit der Orobanche-
 Samen 188
 Gliederschote bei Raphanus 196
 Hafersorten, Fritanfällige 270
 Hagelschäden 154
 Hartweizen, Gasolinauszüge verschie-
 dener Sorten 250
 Haupthirsegebiete 80
 Hausschwamm-Untersuchungen 541
 Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen, Anbau
 von 510
 Hemmungswert, mykoider 26
 Heufieber und seine Behandlung 595
 Hirsen 42
 Holzbockgefahr 7
 Holzimprägnierung 5
 Holzschutzmittelprüfung 18
 Holzschutzmittel, laboratoriumsmäßige
 Prüfung 579
 Holzschutz und deutsche Volkswirtschaft
 434
 Indisch-afrikanisches Hirsegebiet 80
 Infiltrationsmethode 404
 Inkubationskalendermethode 111, 112
 Intrazelluläre Stäbe 553
 Jarowisation 442
 —, sortenunterschiedliches Verhalten
 gegen 463
 —, Zweck 445
 Kaffernkorn 59
 Kalender der Freunde des Gartens 595
 Kalimangel, Kennzeichen des 587
 Kalimangelpflanzen, Degeneration und
 Nekrose in Laubblättern 344
 Kartoffeln 176
 Kartoffelkrankheiten, Taschenatlas der
 545
 Kartoffelsorten-Registerkommission 108
 Karyorhexis 323
 Keimstimmung 443, 476, 503
 — bei Wärme 491
 —, Technik der 448
 — von Sojabohnen, Ergebnisse 446
 — —, Temperatur und Dauer der
 Behandlung 453
 Keimstimmungsapparate 496
 Kiefernstümpfe, wachsende 429
 Kieselfluornatrium 172
 Klötzchenmethode 20, 580
 Knollenaßfäule 141
 Kommission zur Registrierung der Ge-
 treidesorten 109
 Konservierung von Pilzfruchtkörpern 42
 Korrelationskoeffizient zwischen Sorte
 und Aufaufgeschwindigkeit 210
 Kräuter 437
 Kristallfällung des Fluors 172
 Kupferacetoarsenit 34
 Kupferarsenit 34
 Kupferarsenverbindungen 34
 Kurztag, morphologische Veränderung
 484
 Kurztagwirkung 478
 Längenwachstum des Keimlings, Be-
 grenzung des 494
 Larix decidua 103
 — leptolepis 125
 Lasioderma serricorne 540
 Lathyrus Aphaca L. 185
 — angulatus L. 184
 — cicera L. 184
 — inconspicuus L. 184
 — Ochrus L. DC. 185
 Lein 163
 Lens esculenta Moench 184, 185
 Lenzites abietina 24
 Lichtkeimprüfung 108
 „Ligninreaktion“ 507
 Lophodermium pinastri 103
 — spec. 125
 Lorette-Schnitt 549
 Luzula campestris, Infektionsversuche
 mit Uredosporen der Pucc. obscura 293
 Luzerne, Weißstüpflichkeit 344
 Mannagras = Bluthirse 55
 Medicago sativa L. 185
 Melilotus alba Desv. 184
 — italica Lam. 184
 Melampsorium betula 102
 Melilotus officinalis Willd. 185
 Mensch und Scholle 436
 Merulius lacrymans 27
 Microsphaera quercina 125
 Mikrochemische Untersuchung 174

- Mineralsalzernährung, Einfluß der 225
 Mohrhirse 59
 Mohrenhirse, Hauptanbaugebiet 62
 Morphologie, vergleichende der höheren Pflanzen 438
 Mucor 492
 Multinucleolie 316
 Mykotrophe Pflanzen, Methoden der experimentellen Untersuchung 437
 Myzus persicae 538
 Naßbeizmittel, Wirkung auf Orobanchen-Samen 188
 Natriumarseniat 34
 Natriumbichromat 19
 Nectria cinnabarina 131
 Negerhirse, Pennisetum spicatum Kcke. 64
 Nekrobiose 339
 Nekrohormone 507
 Nekrose bei Kulturpflanzen 313
 — nach Röntgenbestrahlung 357
 Nicotiana tabacum 554
 Niptus hololeucus 539
 Obstbau für Fortgeschrittene 550
 Öffnungszustand der Spalten 404
 Ononis hircina Jacq. 89
 Orobanche, Bekämpfung 183
 Orobanche crenata Forsk 181
 — minor, Hauptverbreitungsareal 192
 — ramosa 540
 O. speciosa DC. 181
 Ornithopus spec. 184
 Ostasiatisches Hirsegebiet 80
 Panicum miliare Lamk. 58
 — sanguinale L. 53
 Parasiten, fakultative 119
 — obligate 119
 Pasm-Krankheit 163
 Paspalum scrobiculatum L. 58
 Passive Resistenz 104
 Penicillium 492
 Pennisetum species 67
 Peridermium Strobi 124
 Perithezien 161
 Persea gratissima 508
 Petunia, Degenerationserscheinungen 326
 Pflanzenhygiene 509
 Pflanzenhygienische Luftreise 101
 Pflanzennamen, Wörterbuch der deutschen 590
 Pflanzenschutz, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. VI 310
 Pflanzenschutzgesetz 97
 Pflanzenwelt der deutschen Heimat 434
 Pflugbaukulturkreise, asiatisch-europäisch-nordafrikanische 85
 Pfropfung bei Kartoffeln 158
 Pilze, Erkennen, Nachweis und Kultur der Holzverfärbenden und Holzzersetzenden 429
 Pilzsammler, Ratgeber für 594
 Pisum sativum L. 184, 185
 Phacidiella discolor (Mout et Sacc.) Potebnia 131
 Phalaris arundinacea 344
 — canariensis L. 76
 Pharmakognosie 310
 — Lehrbuch für Hochschulen 435
 Phaseolus vulgaris L. 185
 Phlyctaena? linicola Speg. 171
 „Photophase“ 499
 Phytopathologie, volkswirtschaftliche Bedeutung in Südwestdeutschland 567
 Plantago albicans L. 184
 Plant diseases of Great Britain 511
 Plasmopara viticola 110
 Pollenfächer, Nekrose 321
 Polyporus betulinus 102
 — igniarius 102
 — vaporarius 24
 Populus 122
 Prüfung von Holzschutzmitteln 16
 Prunus avium 317
 Pseudomonas saliciperda 123
 — tabaci 530
 Pseudotsuga Douglasii Carr. 123
 — glauca Mayr. 123
 Puccinia Chrysanthemi Roze 127
 Puccinien, Luzula-bewohnende 290
 Pustelpilz 165
 Pykniden 165
 Quellung 452
 Quercus pedunculata Ehrh. 175
 — rubra L. 175
 Quittenpilz, Diagnose des 137
 Raphanus landra 197
 — maritimus 197
 — raphanistrum L. 194
 — sativus L. 194
 — Verbreitungsgebiete 198
 Reben-Peronospora 110
 Registrierung, Sorten 107
 Reichssortenliste 108
 Reisigkrankheit 553
 Rettich, Abstammung und Heimat 194
 Rhabdcline pseudotsugae 123
 Ribes-Arten 124
 Rindenbrand der Quitte 131
 Rodoideen, Chromosomenzahl 329
 Rotkletypen, lettische 90
 Rumex flexuosus 317
 Saaletal, Bessere Nutzung des 546
 Salix alba 123
 Samenanlagen, Degenerationserscheinungen 339
 Sanguisorba minor 328
 Schädlingsbekämpfung, Chemie und Toxikologie der 510
 Schorfanfälligkeit 150

- Schorfbefall, Wirkung der Spritzzeit bei Äpfeln 566
 Schwarzbeinigkeitsanfällige Kartoffelsorten 150
 Schweflige Säure 173
 Septoria linicola (Speg.) Garassini 163
 Seuchen, Wege der 436
 Sojabohnen, Deutsche 550
 — Trockensubstanz 474
 Solanum nigrum 554
 Solanaceen, viruskranke 553
 Sorghum halepense sudanense 60
 Sortenkunde der Kartoffel 107
 Sortenschutzgesetz 109
 Sphaerotheca fuliginea 161
 Sprosse 173
 Stärkegehalt 150
 Sterilität bei Kartoffel 318
 — durch Kurztag 483
 — durch tiefe Temperaturen 483
 Sterilitätsursachen 316
 Stickstoffernährung 228
 Stockkrank 105
 Sublimat 449
 Sukkulenzgrad von Blättern 400
 Synergisierendegeneration 343
 Synonym 107
 Tabakkrankheiten und -schädlinge 530
 Tabaksorten, wildfeuerresistente 531
 Tagung 1937 der Vereinigung für angewandte Botanik 312, 513
 Tapetenzellen, ernährungsphysiologische Funktion 316
 Tef, Eragrostis abessinica Lk. 73
 Temperaturen, Einwirkung tiefer 483
 Temperaturwirkung 478
 Tetradenstadium an Pollenmutterzellen 318
 Thanalth 37
 Torula 492
 Totreife 463
 Tradescantien 176
 Trametes radiciperda 34
 Tränengras, Coix lacryma L. 77
 Transpirationsanstieg bei Coleus 368
 Transpirationsverminderung während des Welkens 377
 Trifolium incarnatum 345
 — pratense L. 184
 Triolith 19
 Triticum durum, Unterscheidung von Triticum vulgare an Keimpflanzen 246
 — durum, Phenolfärbung der Sorten 248
 Trockenprovenienz 264
 Trockentypus, Welkungsversuche 386
 Tubercularia vulgaris 131
 Türkei, Auftreten von Orobanchen 181
 Tyroglyphus siro 540
 Ulmus americana L. 120
 — foliacea Gilbert (U. campestris) 121
 — glabra Huds. (U. montana) 121
 — hollandica 121
 — pumila L. 122
 Ultraviolettstrahlen, Wirkung auf das Wachstum von Pilzen 451
 Unkräuter, Anleitung zur Erkennung und Bekämpfung 309
 Unkrautsamen, Beischlüsse in Rotklee-samen 89
 Urgeschichte der Erde und des Lebens 548
 Uspulun 449
 Variationskoeffizient, intervarietal 577
 Vegetationskunde von Ostpreußen 95
 Venturia diticha 564
 — inaequalis 564
 — pirina 564
 Veredeln 550
 Verticillium coccorum (Petch) Westerdijk 127
 Vicia 176
 — angustifolia L. 185
 — eriocarpa 185
 — Ervilia Willd. 184
 — Faba equina 358
 — faba L. 185
 — —, Schließbewegung der Stomata 419
 — melanops 184
 Vierjahresplan und Holzschutz 1
 Viruskrankheiten der Tabakpflanze 533
 Vitis vinifera 553
 Wald als Lebensgemeinschaft 431
 Waldmoose 587
 Wald- und Ackerböden 586
 Wald und Holz 439
 Wasserbecken für Gärten 551
 Wasserbilanz von Blättern, Spaltöffnungsreaktionen 410
 Wasserstoffsuperoxyd 449
 Weinbau und Kellerwirtschaft 94
 Weißfleckigkeit 344
 Weizensorten, Systematik der polnischen 573
 Welkungskurven der Blätter 372
 Welkungsverlauf an Blättern 371
 Wildfeuer 530
 Wirkstoffe und Wurzelbildung 522
 Wistaria chinensis DC. 336
 Wuchsstoffe der Pflanzen 593
 — und Rebveredelung 543
 Wurzelbildung und Wirkstoffe 522
 Wurzelspitzen, Degeneration nach Röntgenbestrahlung 363
 Zelle, Die kontraktile 546
 Zellstabbildungen 553
 Zink-Arsenverbindungen 34
 Zuckersorgho 60